HOCHFREQUENZ
FERNSEHEN
ELEKTROAKUSTIK
MESSEN · STEUERN · REGELN

Chefredakteur: WILHELM ROTH

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

DEZEMBER 1959 \cdot 13. JAHRGANG \cdot HEFT 12

Mitteilung aus dem Ultraschall-Labor der Firma Schoeller & Co., Frankfurt a. M.

H. J. GOLLMICK

Einige technische Anwendungen des energiereichen Ultraschalls*

DK 534.321.9

1. Geschichtliche Entwicklung

Die gebündelten, gerichteten Ultraschallschwingungen enthalten eine außerordentlich große mechanische Energie, die im Hörbereich im allgemeinen nicht mit der gleichen Stärke erzeugt werden kann. Den Anstoß zur ersten praktischen Ausnutzung dieser besonderen Energieform hat die Schiffskatastrophe der "Titanic" im Jahre 1912 gebracht, was zur Entwicklung der Unterwasser-Schallortung mittels großflächiger Schwinger — hauptsächlich durch Langevin — geführt hat. Auf dieses bedeutende technische Anwendungsgebiet soll hier aber nicht näher eingegangen werden.

Gegen Ende der zwanziger und im Laufe der dreißiger Jahre ist dann im Laboratorium eine Anzahl von Wirkungen des Ultraschalls beobachtet worden, die zu der Hoffnung Anlaß gaben, daß man den Ultraschall als technisches Hilfsmittel vielseitig, besonders in der chemischen Industrie, einsetzen könnte. Man erhält unter bestimmten Bedingungen feinste Dispersionen oder deren Gegenteil, Koagulationen; man kann mittels Ultraschalls emulgieren, chemische Reaktionen beeinflussen und vieles andere mehr. Es ist aber nicht bekanntgeworden, daß einer dieser interessant erscheinenden Ultraschalleffekte trotz mancher Versuche zu einer weitverbreiteten technischen Nutzanwendung geführt hätte. Für derartige Zwecke ist Ultraschall nämlich bis heute im allgemeinen unwirtschaftlich, da bei den in der Praxis zu behandelnden Mengen die erforderlichen Ultraschallanlagen meist sehr umfangreich und kostspielig sein müßten. Nach grundlegenden Forschungsarbeiten sollte es aber doch möglich sein, diese bekannten Ultraschalleffekte technisch auszunutzen.

2. Reinigung mittels Ultraschalls

Nachdem man vor etwa 20 Jahren zum erstenmal beobachtet hatte, daß sich mittels Ultraschalls hervorragende Reinigungswirkungen ergeben, hat sich hieraus das zur Zeit bedeutendste technische Anwendungsgebiet energiereicher Ultraschallschwingungen entwickelt. Man reinigt die harten Oberflächen fester Körper (Metall, Glas, Keramik oder Kunststoff) von anhaftendem Schmutz, das heißt von Fett und von unlöslichen Fremdkörpern, und gewinnt damit einen Sauberkeitsgrad, der mit keiner anderen Reinigungsmethode erreicht werden kann. Textilien lassen sich allerdings nicht in wirtschaftlicher Weise mit Ultraschall waschen, sie sind zu weich. Die zu reinigenden Teile müssen sich immer in einer mit Ultraschallschwingungen erregten Flüssigkeit befinden, die vielfach auch zur chemischen Unterstützung der mechanischen Reinigungswirkung des Ultraschalls dient.

2.1 Ultraschallschwinger für Reinigungszwecke

In technischen Ultraschall-Reinigungsanlagen werden heute hauptsächlich folgende Schwingerarten als Ultraschallerzeuger eingesetzt: magnetostriktive Nickelschwinger, künstlich piezoelektrisch gemachte keramische Bariumtitanatschwinger und piezoelektrische Quarzschwinger aus natürlichem Bergkristall. In Tab. I sind die wichtigsten schalltechnischen Daten dieser Schwinger als annähernde Mittelwerte bei Reinigungsaufgaben einander gegenübergestellt. Die einzelnen Schwingerarten werden in charakteristischen Frequenz-

Tab. I. Technische Daten von Ultraschallschwingern für Reinigungsaufgaben

Schwingerart	Nickelschwinger	Bariumtitanat – schwinger (in Weiterentwicklung)		Quarzschwinger (Verbundschwinger)	
Schwingerart		0	0		
Frequenz – bereich [kHz]	2040	2040	100 400500 1000	300 400500800	
mittlere Schalleistungs- dichte [W/cm ²]	3	0,51,0	35	1015	
Schwinger- fläche [cm²]	100 und mehr	100 und mehr	10100	203050	
elektrisch – akustischer Wirkungsgrad [°/0]	60	5060	60	8095	
Beschallungs - zeiten [s]	eiten 230		30120	120	

bereichen eingesetzt. Beim hochfrequenten Ultraschall arbeitet man zwar mit größeren mittleren Schalleistungsdichten als im niederfrequenten Bereich, aber man hat dabei nur kleinere Schwingerflächen zur Verfügung, während die bei 20...40 kHz arbeitenden Schwingerpakete sich zu beliebig großen Schwingerflächen zusammensetzen lassen. Die im Durchschnitt benutzten Beschallungszeiten hängen von dem Verschmutzungsgrad der zu reinigenden Teile ab; sie sind aber auch eine Folge der mittleren Schalleistungsdichten in den einzelnen Frequenzbereichen.

^{*)} Nach einem Vortrag, gehalten auf dem dritten Internationalen Kongreß für Akustik im September 1959 in Stuttgart

Ursprünglich benutzte man zu Reinigungszwecken hochfrequenten Ultraschall, also relativ kleine Schwingerflächen. Man glaubte deshalb, nur hochwertige Kleinteile nach dieser gerätemäßig teuren Methode reinigen zu dürfen. Erst mit dem Einsatz der niederfrequenten Ultraschallschwinger mit ihren größeren Strahlerflächen gelang es, auch größere Gegenstände und größere Stückzahlen in wirtschaftlicher Weise zu bearbeiten. Wenn eine bestimmte Menge Teile in der Zeiteinheit gereinigt werden soll, dann hängt die erforderliche Schwingerfläche von der notwendigen Beschallungszeit ab. Je länger die Mindestbeschallungszeit dauert, um so größer muß die Schwingerfläche sein.

Aus den in Tab. I enthaltenen Mittelwerten erkennt man, daß die niederfrequenten Schwinger auch hinsichtlich des elektrischen Energieaufwandes vorteilhafter sind. Zum Beispiel benötigt man für einen 30 cm² großen Quarzschwinger mit einer Schalleistungsdichte von 13 W/cm² bei etwa 90% Wirkungsgrad einen Hochfrequenzgenerator mit etwa 450 W Ausgangsleistung. Mit demselben Generator kann man aber bei 20 kHz einen 90 cm² großen Nickelschwinger mit 3 W/cm² bei einem Wirkungsgrad von 60% betreiben oder einen etwa 250 cm² großen Bariumtitanatschwinger. Bei Reinigungsaufgaben bleibt es aber in dem vorliegenden Beispiel (Hochfrequenzgenerator von 450 W Ausgangsleistung) nicht bei dem Verhältnigenerator von 450 w Ausgangsleistung) nicht bei dem Verhältnig 30:90:250 cm² für Quarz: Nickel: Bariumtitanat, sondern man muß die üblichen Beschallungszeiten berücksichtigen, die für eine vorgegebene Durchsatzmenge an Reinigungsgut ein Flächenverhältnis von I:1,5:6 bedingen.

In bezug auf die unterschiedlichen Anschaffungskosten für die drei Schwingerarten scheinen die billigeren Bariumtitanatschwinger am günstigsten. Nun hat aber dieses keramische Schwingermaterial, dessen technische Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, bis jetzt einige Nachteile gegenüber den Nickelschwingern. Auch ist hiermit nur eine geringere Energieabstrahlung möglich. Will man dann als Ausgleich die Beschallungszeit verlängern, so ist zu beachten, daß bei Ultraschalleffekten das Gesetz

$$Intensität \times Zeit = konstant$$
 (1)

meist nicht gültig ist. Um eine bestimmte Wirkung zu erreichen, bebenötigt man vielfach eine mechanische Mindestenergie. So ist es im niederfrequenten Ultraschallbereich oftmals besser, für Reinigungsaufgaben nicht zu kleine mittlere Schalleistungsdichten zu wählen, während andererseits die höheren Werte (> 100 kHz) selten erforderlich sind. Diese Feststellung ist eine Bestätigung dafür, als physikalischen Grund für die reinigende Wirkung von Ultraschallschwingungen hauptsächlich die im niederfrequenten Bereich leichter erzeugbare Kavitation anzusehen, wie das heute, nach mancherlei Widerständen in den früheren Jahren, allgemein anerkannt wird.

2.2 Technische Ultraschall-Reinigungsanlagen

Bei technischen Ultraschall-Reinigungsanlagen befinden sich die Ultraschallschwinger entweder außen an den Wänden oder am Boden einer mit der Reinigungsflüssigkeit gefüllten Wanne oder aber innerhalb der Flüssigkeit selbst. Die einfachste Anlage besteht aus einer Wanne mit der zu Ultraschallschwingungen erregten Reinigungsflüssigkeit und dem dazugehörigen Hochfrequenzgenerator. Diese Ausführung befriedigt aber nicht immer. Man muß im allgemeinen eine Vor- und Nachbehandlung der zu reinigenden Teile vornehmen. Es ist dabei zu bedenken, daß Reinigung chemische Entfettung oder Lösung und mechanische Entfernung unlöslicher Bestandteile bedeutet. Man muß sich also in jedem einzelnen Reinigungsfall die geeignetsten Chemikalien aussuchen, deren chemische Wirkung dann mit Hilfe des Ultraschalls verstärkt wird. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ist es notwendig, die erforderliche Beschallungszeit, die zum Erreichen der chemischen Wirkung von der Auswahl der Chemikal en abhängt, möglichst kurzzuhalten, um bei einem vorgegebenen Durchsatz an Teilen eine möglichst kleine Schwingerfläche verwenden zu können. Das heißt, man darf die Reinigung mittels Ultraschalls nicht ausschließlich vom Standpunkt des Ultraschall-Fachmanns aus betrachten, sondern sollte sich auch die Erfahrungen der Reinigungs-Fachleute hinsichtlich der Verfahrenstechnik und der benutzten Chemikalien zunutze machen.

Schließlich spielt es auch eine Rolle, in welcher Art die zu reinigenden Teile am wirkungsvollsten durch das Ultraschallfeld geführt werden. In dieser Beziehung ist besonders bei der Planung automatischer An-

lagen der Rat des Anlagenherstellers wertvoll. So sind größere Ultraschall-Reinigungsanlagen stets eine Gemeinschaftsarbeit verschiedener Fachrichtungen. Andererseits ist es meist nicht ohne weiteres möglich, in vorhandene Reinigungsanlagen einfach nur Schwinger einzubauen, da die Besonderheiten des Ultraschalls, vor allem die Schallausbreitung, berücksichtigt werden müssen.

Im allgemeinen gleicht keine Reinigungsaufgabe der anderen. Vielmehr sind in Vorversuchen nicht nur die Beschallungsparameter (Beschallungsfrequenz, -leistungsdichte und -zeit) festzulegen, sondern auch das Reinigungsverfahren mit Vorbehandlung, Nachbehandlung und chemischer Zusammensetzung der einzelnen Bäder sowie die Art der Teileführung durch das Schallfeld. Kommt man mit einer Handbedienung aus, so kann man vielfach auf vorhandene Anlagetypen zurückgreifen. Automatische Anlagen sind aber meist als Spezialanfertigungen günstiger.

Bei einer einfachen Ultraschall-Reinigungsanlage für Handbeschikkung, die die obigen Gedankengänge berücksichtigt, wird das Reinigungsgut, beispielsweise polierte Schmuckwaren, in einer alkalischen Lösung etwa 1 min vorgeweicht und anschließend über dem im gleichen Bad befindlichen Schwingerpaar mit 300 cm² Schwingerfläche bei 20 kHz 15 s lang beschallt. Danach erfolgt Abspülen mit Leitungswasser.

Soll in einem organischen Lösungsmittel, wie Trichloräthylen oder Perchloräthylen, gereinigt werden, zum Beispiel um die Teile trocken zu erhalten, so arbeitet man häufig nach dem im Bild 1 skizzierten

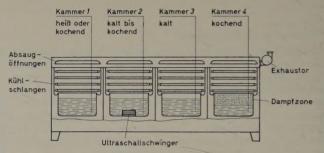


Bild 1. Prinzip einer mit Trichloräthylen oder Perchloräthylen arbeitenden Ultraschall-Reinigungsanlage

Prinzip. Stärker verschmutzte Teile werden vorteilhaft zunächst ohne Beschallung in heißem oder kochendem Lösungsmittel vorgereinigt (Kammer 1), anschließend beschallt (Kammer 2), wobei sich die Temperatur der Reinigungslösung nach der Art der Verschmutzung richtet, danach in kaltem Trichloräthylen oder Perchloräthylen zwischengespült (Kammer 3) und schließlich in die Dampfzone über kochendem Lösungsmittel (Kammer 4) zwecks Abspülung mit Destillat gehalten, worauf schnelle Trocknung erfolgt.

Sollen großflächige Teile in großer Stückzahl gereinigt werden, das heißt mit kurzen Beschallungszeiten je Teil, so benötigt man große Schwingerflächen, zu deren elektrischer Erregung Hochfrequenzgeneratoren mit großer Ausgangsleistung erforderlich sind. In einem rauhen Großbetrieb sind aber Röhrensender mit derartigen Leistungen wegen der notwendigen Wartung nicht erwünscht. Für den Betrieb

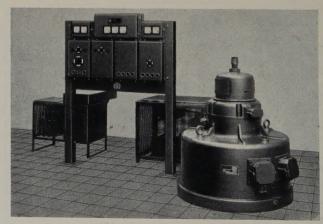


Bild 2. 12-Kilowatt-Maschinengenerator mit Schalttafel, Steuerteil und Vormagnetisierungsteil



Bild 3. Gruppe von Nickelschwingern mit 2400 cm² Schwingerfläche

Bild 4. Walzband-Reinigungsautomat mi Ultraschall

von 20-Kilohertz-Nickelschwingern kann man dann Maschinengeneratoren verwenden. Bild 2 zeigt einen Maschinengenerator mit Zubehör für 12 kW Ausgangsleistung, dessen Grundfrequenz sich im Bereich zwischen 19 und 22 kHz auf die Resonanzfrequenz der Schwinger einstellen läßt. Mit diesem Generator können beispielsweise die im Bild 3 gezeigte 16 Nickelschwinger mit etwa 2400 cm² Gesamtfläche erregt werden.

Bild 4 zeigt eine Ultraschall-Reinigungsanlage in einem Walzwerk, wobei die zu reinigenden Blechbänder an waagerecht abstrahlenden Schwingern entlanglaufen.

Wie aus diesen Bildern, die die Einsatzmöglichkeiten der Reinigung mittels Ultraschalls nur vereinzelt andeuten, zu erkennen, handelt es sich vielfach um aufwendige Anlagen. Trotzdem ist das Verfahren oftmals wirtschaftlich, da man hierdurch Personal einsparen kann. Hinzu kommen Qualitätsverbesserungen infolge größerer Sauberkeit des Produktes, Herabsetzung des Ausschusses usw. So haben sich Ultraschall-Reinigungsanlagen beispielsweise mit einem Gesamt-Beschaffungswert von etwa 15000...20000 DM bereits innerhalb weniger Monate amortisiert.

3. Extraktion mittels Ultraschalls

Den Ultraschall für Extraktionszwecke auszunutzen, hat im Brauereiwesen technische Bedeutung erlangt. Bei der Bierherstellung wird die Würze nach Hopfenzugabe in den großen, mehrere hundert Hektoliter fassenden Sudpfannen etwa drei Stunden lang gekocht. Hierbei werden die für den Biergeschmack wichtigen Bitterstoffe aus den Hopfenknollen nur teilweise herausgelöst. Dieser Extraktionsvorgang läßt sich durch gleichzeitige Ultraschallbehandlung verstärken.

Im Bild 5 wird die kochende Würze bei ihrer starken turbulenten Bewegung während der etwa dreistündigen Beschallungszeit statistisch gleichmäßig durch das wirksame Schallfeld geführt. Es handelt sich

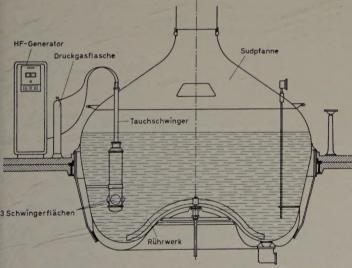
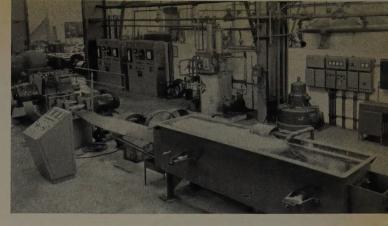


Bild 5. Prinzip der Bitterstoffextraktion aus Hopfen mittels Ultraschalls

hierbei um eine schwierige schalltechnische Aufgabe: stundenlange Schallabstrahlung mit etwa $12~\rm W/cm^2$ bei $1000~\rm kHz$ in eine kochende Flüssigkeit von etwa 100° C, anschließend gleich lange Abkühlungszeit ohne Schall. Dieses Spiel wiederholt sich in gleichem Rhythmus von Beschallung und Abkühlung.

Jahrelange Vorversuche zur Entwicklung dieses Verfahrens haben ergeben, daß die Extraktionswirkung bei den hohen Frequenzen



günstiger als mit niederfrequentem Ultraschall ist. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens liegt neben einer Erhöhung der Eiweißstabilität des fertigen Bieres hauptsächlich darin, daß man bei verstärkter Extraktion der Bitterstoffe weniger Hopfen zugibt. So kann man bei 1000 kHz 25...40%, im Mittel 30%, der Hopfenzugabe einsparen, während sich beispielsweise bei 80 kHz nur etwa 15% Hopfen einsparen lassen.

4. Veredelung von Schokolade mit Ultraschall

Im Jahre 1942 haben Nordenskjöld und Holmquist beobachtet, daß man flüssige Schokolade durch Ultraschallbehandlung veredeln, das heißt den bis zu fünf Tage dauernden Conchierungsprozeß verkürzen kann. Es handelt sich hierbei um einen Abbau von Gerbsäure, verbunden mit einer Feinstdispergierung. Dieses Verfahren wurde aber jahrelang nicht ausgenutzt, da geeignete technische Geräte fehlten, zumal man mit hohen Frequenzen arbeiten wollte, die eine zu starke Schallabsorption mit sich brachten.

Heute steht hierfür eine technische Anlage zur Verfügung, die zwei Nickelschwinger mit je 20 kHz enthält. Die auf etwa $40...70^{\circ}\mathrm{C}$ erwärmte, flüssige Schokolade wird in einen Behälter mit eingebauten Schwingerflächen gepumpt und fließt dann über eine Rinne ab. Man spart hiermit etwa 50...70% der bisher üblichen, sehr langen Conchierungszeit. Dieses Ultraschallverfahren wird außer in deutschen Schokoladefabriken bereits in sechs europäischen Ländern angewendet.

5. Anwendung hochkonzentrierter Ultraschallenergien

Die bisher gezeigten technischen Anwendungen nutzen Ultraschallleistungsdichten bis etwa 15 W je cm² Schwingerfläche aus. Man kann Schalleistungsdichten bis größenordnungsmäßig 100 W je cm² erzeugen, indem man die Energie eines niederfrequenten Ultraschallschwingers über einen hornförmigen Vorsatz als Energietransformator auskoppelt. Die hiermit möglichen Anwendungen scheinen aber noch nicht ausgeschöpft. Am bekanntesten ist die Verwendung des Ultraschalls in einer Werkzeugmaschine, um hartes Material zu bearbeiten. Dieses als "Ultraschall-Bohren" bezeichnete Verfahren soll hier aber nicht näher beschrieben werden.

In der jüngsten Zeit ist ein Gerät entwickelt worden, um größere Mengen Bakterien aufzuschließen. An Stelle des "Bohrrüssels" einer "Ultraschall-Bohrmaschine" befindet sich ein Vorsatzstück, an dessen Knotenebene ein Durchlaufgefäß befestigt ist. Dieses Gefäß enthält außer dem speziell geformten Beschallungsraum einen Kühlmantel. Die Bakteriensuspension kann verhältnismäßig schnell durch den mit hochkonzentrierter Schallenergie erfüllten Beschallungsraum fließen, während sie gleichzeitig durch umlaufende Kältesole gekühlt wird. Man erreicht mit der Ultraschallbehandlung eine mechanische Zerstörung der Zellhüllen, so daß die sonst nicht ohne weiteres zugänglichen, hochwirksamen Stoffe aus dem Innern der Bakterien — beispielsweise temperaturempfindliche Enzyme — freigemacht und somit fast restlos gewonnen werden können.

Die höchsten Schalleistungsdichten sind auch für Materialuntersuchungen verwendbar, wenn es sich bei Korrosionsprüfungen um die Beobachtung der durch Kavitation bedingten Erosion handelt.

Im Rahmen dieser Arbeit ist nur über einen Teil der technischen Anwendungen des energiereichen Ultraschalls berichtet worden; es bieten sich noch zahlreiche weitere Möglichkeiten, und diese Technik steht wahrscheinlich erst am Anfang ihrer Entwicklung.

(eingegangen am 17. September 1959)

W. HILBERG

Die Realisierung von Schaltern für beide Stromrichtungen mit Flächentransistoren

DK 621.314.7:621.316.54

1. Einleitung

In der elektronischen Technik benötigt man für viele Zwecke Schalter, die ein möglichst "ideales" Verhalten haben.

Ein solcher "idealer" Schalter hat sehr geringen Durchgangswiderstand und (selbst bei hohen angelegten Spannungen) sehr großen Sperrwiderstand für beide Stromrichtungen. Außerdem sollte der Schalter eine geringe Steuerleistung zum Ändern seines Zustandes ("geschlossen" oder "geöffnet") benötigen, während er danach, ohne große Energiezufuhr, seine Stellung beibehalten müßte. Weiterhin sollte die Zeit, die er beim Übergang von dem einen Zustand in den anderen benötigt, sehr kurz sein und als eine der wichtigsten Forderungen müßte er häufig und sehr schnell hintereinander umschaltbar sein.

Diese Forderungen werden von den vorhandenen einzelnen Schaltelementen (Röhren, Thyratrons, Transistoren usw.) nur jeweils zum
Teil erfüllt. Elektronenröhren erlauben zum Beispiel sehr schnelles
und häufiges Schalten bei großen Schaltspannungen, während ihr
hoher Durchgangswiderstand und die Eigenschaft, daß sie Strom nur
in einer Richtung leiten, sie für viele Zwecke ungeeignet macht.
Thyratrons haben dagegen einen niedrigen Durchgangswiderstand,
sind aber für schnelles Schalten weniger geeignet. Es ist nun das Ziel
dieses Aufsatzes, zu zeigen, daß man bei Verwendung von Flächentransistoren dem Ziel eines "idealen" Schalters schon ein gutes Stück
nähergekommen ist. Die zum Teil vielversprechenden Entwicklungen
spezieller Schalttransistoren sollen dagegen hier nicht behandelt
werden.

2. Das Schaltverhalten des Transistors

Die grundsätzlichen Schalteigenschaften eines Transistors sind schon sehr oft beschrieben worden, man lese sie am besten in den grundlegenden Aufsätzen von Ebers und Moll [1] sowie Bright [2] nach oder in der zusammenfassenden Darstellung von Meyer-Brötz [3]. Ganz grob gesehen, bildet ein Transistor bei Aussteuerung bis zur

Restspannung einen Durchlaßwiderstand von wenigen Ohm, während er gesperrt einen Widerstand in der Größenordnung von Megohm hat. Daß man das Durchlaßverhalten eines Transistors auch sehon mit der einfach zu handhabenden Theorie von Ebers und Moll recht gut berechnen kann, zeigt der Vergleich eines berechneten Kennliniengebietes nach Bild 1 mit gemessenen Kennlinien nach Bild 2. Man entnimmt hieraus leicht den Durchlaßwiderstand in Abhängigkeit von Basisstrom, Kollektorstrom und Kollektor-Emitterspannung. Die Betrachtung dieses Kennliniengebietes zeigt darüber hinaus, daß der für Röhren definierte Leistungsinnenwiderstand R_{iL} [4] auch hier als ein gutes Kennzeichen (besonders für größere Strombereiche) annähernd bestimmt und mit Vorteil verwendet werden kann. Er ist wesentlich kleiner als bei Röhren (hier etwa $R_{iL} = 2 \Omega$).

In den theoretischen Erörterungen ist oft darauf hingewiesen worden, daß ein Transistor wegen seiner grundsätzlichen Symmetrie (Bild 3) Ströme in beiden Richtungen leiten kann. Wenn zum Beispiel im Bild 4 die Schalter in der Stellung I stehen, fließt der Strom i_1 , und in der Stellung 2 fließt in umgekehrter Richtung der Strom i_2 .

Die heute gefertigten Transistoren sind jedoch durchweg unsymmetrisch aufgebaut, das heißt, die Emitterpille ist wesentlich kleiner als die Kollektorpille, wie Bild 5 zeigt. Anfangs wurden auch, besonders in den USA, symmetrische Transistoren hergestellt, doch zeigte sich bald, daß die Fabrikation einerseits erhöhte technologische Anforderungen stellte, andererseits aber Transistoren mit geringer Stromverstärkung und großen Schaltzeiten ergab. Grundsätzlich kann man nun auch unsymmetrische Transistoren in einer Anordnung entsprechend Bild 4 betreiben, sie haben jedoch in umgekehrter Richtung eine wesentlich geringere Stromverstärkung und eine kleinere Grenzfrequenz. Diffusionstransistoren für hohe Frequenzen sind darüber hinaus wegen ihrer geringen Basis-Emitter-Sperrspannung kaum noch in dieser Art einzusetzen. Anwendungen, bei denen der Transistor wegen der damit erreichbaren geringen Restspannung mit Vorteil invers betrieben wird, findet man bei Bright [2].

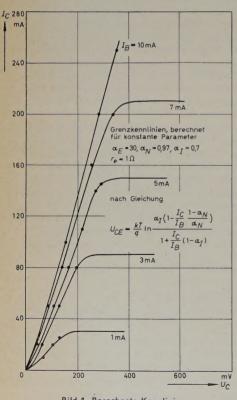


Bild 1. Berechnete Kennlinien

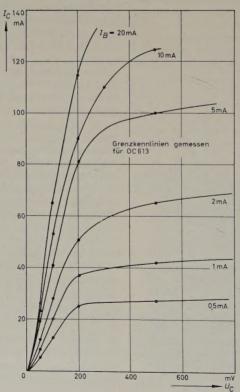


Bild 2. Gemessene Kennlinien

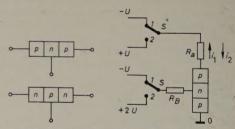


Bild 3 (links). Grundsätzliches Transistorschema Bild 4. Ansteuerung für normalen und inversen Betrieb

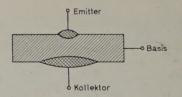


Bild 5. Querschnitt durch einen Legierungstransistor

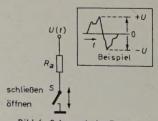


Bild 6. Schematische Darstellung eines einfachen Schalters

Es besteht nun die Frage, ob man mit geeigneter Kombination von unsymmetrischen Transistoren die guten Schalteigenschaften des "normal" beanspruchten Transistors auch für Ströme wechselnder Richtung erreichen kann.

3. Einfache Schalter mit Transistoren

Unter einem einfachen Schalter sei hier ein solcher verstanden, der in seiner Wirkungsweise einem metallischen Kontakt am nächsten kommt. Das kann man schematisch wie im Bild 6 darstellen. Mit seinem Zustand "geöffnet" oder "geschlossen" bestimmt der Schalter, ob Strom durch den Widerstand R_a fließen kann. Ist der Schalter geschlossen, dann wird der Strom nur von der anliegenden Spannung bestimmt, die beliebigen Verlauf haben kann. Man müßte, strenggenommen, noch eine Unterscheidung der einfachen Schalter machen, und zwar in solche, die eine galvanische Verbindung zwischen Steuerkreis und gesteuertem Kreis haben, und solchen, die diese Verbindung nicht aufweisen.

Bei den bisher bekannten elektronischen Bauelementen besteht jedoch immer eine galvanische Verbindung.

Einige Beispiele für die Realisierung zeigen die folgenden Bilder. Die einfachste und nächstliegende Lösung dürfte die im Bild 7 gezeigte sein, die jedoch in dieser Form wegen der Dioden Nachteile hat. Bei schnellem und häufigem Umschalten macht sich nämlich bei den meisten der heute erhältlichen Kristalldioden für größere Ströme ihre relativ große Sperrträgheit störend bemerkbar. Die Zeit, die verstreicht, bis die Diode nach einem Stromfluß in Durchlaßrichtung wieder sperrt, läßt sich nun verkürzen, indem man sie dann an eine Sperrspannung legt. Außerdem ergeben sich im Bild 7 bei der Sperrung eines Transistors über eine Diode Schwierigkeiten. Um dem abzuhelfen, kann man, wie im Bild 8 angegeben, über Widerstände R 1, R 2, die man zweckmäßigerweise größer als den Nutzwiderstand wählt, noch zwei Hilfsspannungen einführen. Damit hat man insgesamt einen einfachen Schalter mit einem Durchgangswiderstand, der sich aus der Hintereinanderschaltung zweier Dioden und eines Transistors ergibt, während Spannungen bis zur Hälfte der maximal zulässigen Kollektorsperrspannung des Transistors mit dem Sperrwiderstand der Dioden sicher gesperrt werden können. Es wird vorausgesetzt, daß man Dioden verwenden kann, deren zulässige Sperrspannung größer als die des Transistors ist. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu erhalten, wurde die Ansteuerung der Transistoren, die für Schalterzwecke meistens wie im Bild 9 ausgeführt wird, abkürzend nur mit einem Basiswiderstand dargestellt. In allen Beispielen, außer Bild 10, vervollständige man also die Ansteuerungsschaltung in der angegeben Weise.

Bild 10 zeigt als weiteres Beispiel im wesentlichen eine Hintereinanderschaltung zweier Transistoren. Die Ansteuerung der Transistoren geschieht vorzugsweise mit einem Übertrager, damit man ein

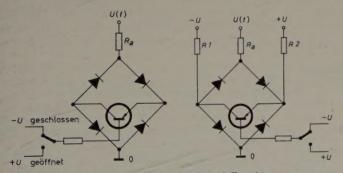


Bild 7 (links). Einfacher Schalter mit Transistor Bild 8. Einfacher Schalter mit Transistor und Hilfsspannungen

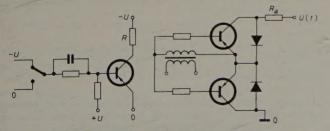
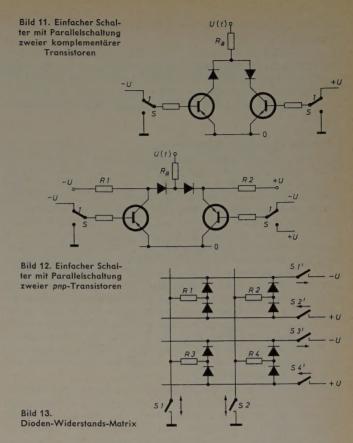


Bild 9 (links). Ansteuerung eines einzelnen Transistors Bild 10. Einfacher Schalter mit Serienschaltung zweier Transistoren



Ende des Schalters auf ein definiertes Potential legen kann, oder aber man überträgt den zu schaltenden Strom transformatorisch. Die Anordnung funktioniert auch ohne Dioden infolge der Fähigkeit der Transistoren, auch in umgekehrter Richtung Strom zu führen. Bei Verwendung dieser Dioden brauchte diese Eigenschaft dagegen gar nicht vorhanden zu sein, das heißt, die Transistoren benötigen nur die geringen Steuerströme für die Stromführung in ihrer normalen Richtung. Der Schalter sperrt Spannungen bis zur zulässigen Kollektorspannung mit dem Sperrwiderstand eines Transistors.

Bild 11 zeigt nun eine Parallelschaltung zweier komplementärer Transistoren. Die Dioden sorgen dafür, daß die Transistoren nur in der normalen Stromrichtung Strom führen können, das heißt, daß keine Überschläge am Kollektor auftreten. Gegenüber Bild 10 hat diese Anordnung den Vorteil, daß sie nicht auf eine Übertragerkopplung angewiesen ist. Das Verhältnis von Sperrwiderstand zu Durchgangswiderstand ist weiterhin sehr groß. Der Schalter sperrt Spannungen bis zur Höhe der zulässigen Kollektorsperrspannung mit dem meist sehr großen Sperrwiderstand der Dioden und stellt daher im Rahmen der hier gestellten Aufgabe offenbar die beste Lösung dar. Es ist nun nicht immer möglich, zusammen passende komplementäre Transistoren zu verwenden, da zur Zeit hauptsächlich pnp-Transistoren hergestellt werden. Schaltungen mit komplementären Transistoren lassen sich jedoch oft, allerdings mit etwas größerem Aufwand, auch mit Transistoren der gleichen Art realisieren, wie Bild 12 als Beispiel zeigt. Der Aufwand besteht hier darin, daß die steuernden Potentiale gegeneinander verschoben sein müssen, wenn man nicht eine Übertragerkopplung verwendet. Die Widerstände R1, R2 dienen hier dazu, die Dioden wieder schnell zu sperren und außerdem die Sperrung von Diode und Transistor unabhängig voneinander zu

In einem Versuchsaufbau wurde mit der Anordnung nach Bild 12, ausgehend von einem Flip-Flop, unter Zwischenschaltung einer Verstärkerstufe ein Strom von i=250 mA in beiden Richtungen geschaltet. Die Potentialverschiebung erreicht man leicht mit Hilfe von Zenerdioden. Die Versuchsanordnung war mit Diffusionstransistoren OC 614 ausgeführt und hatte eine Einschaltzeit von etwa t=0,1 µs. Der Spannungsabfall des Schalters war im leitenden Fall mit Diode etwa $\Delta U=750$ mV, das entspricht $R_D=3$ Ω . Spannungen können bis zur Größe der höchstzulässigen Kollektorsperrspannung (etwa 15 V für Transistoren OC 614) mit dem Sperrwiderstand der Dioden (etwa $R_{Sp}=5...10$ M Ω für OA 180) gesperrt werden. Bei Verwendung

von Siliziumtransistoren kann man jedoch auch Schalter für höhere Sperrspannungen verwirklichen.

Als Anwendungsbeispiel für die Nützlichkeit solcher Schalter ist im Bild 13 eine Dioden-Widerstands-Matrix gezeigt, bei der mit wenig Schalteraufwand Ströme in beiden Richtungen durch ausgewählte Lastwiderstände R_n geschickt werden können. S_n sind hierbei Schalter für beide Stromrichtungen, $S_{m'}$ Schalter für nur eine Stromrichtung.

4. Schalter für spezielle Anwendungen

In diesem Abschnitt sollen Schaltungen besprochen werden, die bei vielen Anwendungen der Impulstechnik an die Stelle einfacher Schalter treten können, wenn es sich nur darum handelt, durch einen Lastwiderstand Ströme wechselnder Richtung, aber konstanter Amplitude zu schicken. Zumindest muß aber bei beliebig verlaufenden Strömen eine zusätzliche Information über die Stromrichtung gegeben werden. Schematisch kann man diese Anordnungen wie im Bild 14 zusammenfassen. Die beiden Schalter für je eine Stromrichtung müssen wechselseitig betätigt werden. Hierzu gehört zum Beispiel die Schaltung mit komplementären Emitterfolgern nach Bild 15. Die steuernden Potentiale sind hier, wie auch in allen übrigen Beispielen, nur größenordnungsmäßig angenommen, so daß die Transistoren einerseits gesperrt, andererseits bis zur Restspannung ausgesteuert werden können. Bild 16 zeigt eine Schaltung, die man mit dem Wort Stromumsteuerung kennzeichnen könnte. Dabei ist $R_v > R_a$. Die Spannungen an R_v können weitaus höher als die zulässige Kollektorsperrspannung der Transistoren gewählt werden, so daß man Stromquellen mit hohem Innenwiderstand erhält.

Auch die Schaltung mit Übertragern für impulsartige Ströme nach Bild 17 gehört zu dem im Bild 14 gezeigten Schema. Um diesen Überblick abzurunden, sei zum Schluß noch eine einfache und häufig benutzte Schaltung betrachtet (Bild 18). Bei dieser Schaltung ist jedoch die Verlustleistung der Transistoren nicht gut ausgenutzt. Selbst für $R_v > R_a$ wird der Transistor noch mit der Hälfte des Stroms unnütz belastet. Verwendet man schließlich vier wechselseitig gesteuerte Transistoren wie im Bild 19, so ist der Aufwand hinsichtlich der Anzahl der Transistoren sehr hoch. Doch kann in

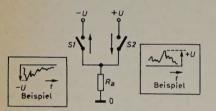


Bild 14. Schematische Darstellung eines funktionsmäßig geteilten Schalters

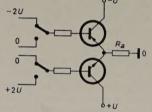


Bild 15. Komplementäre Emitterfolger

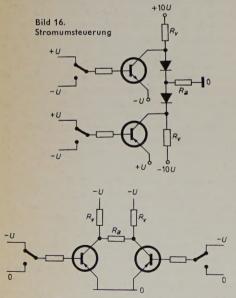


Bild 18.
Brückenschaltung mit zwei Transistoren

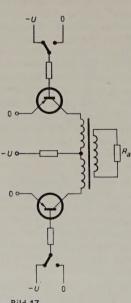


Bild 17. Schaltung mit Übertrager

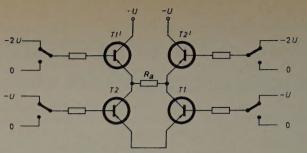


Bild 19. Anordnung mit vier Transistoren

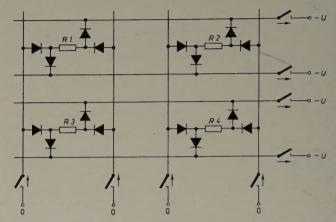


Bild 20. Dioden-Widerstands-Matrix

speziellen Fällen der Mehraufwand an Transistoren hingenommen werden, wie als Beispiel eine Abwandlung der oben besprochenen Dioden-Widerstands-Matrix im Bild 20 zeigt¹).

Weitere Schaltungen und Anwendungen enthält das weiter unten angegebene Schrifttum.

5. Zusammenfassung

Die zusammengestellten Schaltungsbeispiele beweisen, daß eine Realisierung einfacher Schalter mit den heute erhätlichen Flächentransistoren schon recht gut möglich ist. Die Eigenschaften selbsthaltender Kontakte lassen sich dagegen bei allen besprochenen Anordnungen nur mit Hilfe bistabiler Elemente erreichen. Ein Nachteil aller bekannten Schaltungen ist die Begrenzung der zu schaltenden Spannung auf den Wert der maximal zulässigen Kollektorsperrspannung. Für Sonderzwecke der Impulstechnik lassen sich noch viele Schaltungen finden, die an die Stelle einfacher Schalter treten können. Unbefriedigend scheint lediglich, daß bei dem jetzigen Stand der Technik die Realisierung einfacher elektronischer Schalter mit den eingangs angestrebten Forderungen noch nicht mit nur einem einzigen Schaltelement gelingt.

1) Aus einer Patentanmeldung von H. O. Leilich und W. Hilberg

Schrifttum

- Ebers, J. J., u. Moll, J. L.: Large-signal behavior of junction transistors. Proc. IRE Bd. 42 (1954) Nr. 12, S. 1761-1772
- [2] Bright, R. L.: Junction transistors used as switches. AIEE Trans. I: Commun. & Electronics Bd. 74 (1955) März, S. 111-121
- [3] Meyer-Brötz, G.: Über Möglichkeiten und Probleme der Anwendung von Flächentransistoren. Telefunken-Ztg. Bd. 31 (1958) Nr. 121, S. 162
- [4] Rothe, H., u. Kleen, W.: Elektronenröhren als End- und Senderverstärker. Leipzig 1940, Akadem. Verlagsgesellsch. Becker & Erler
 [5] Honlo P. A. W. Walch, J. L. Who and interest in the control of the c
- [5] Henle, R. A., u. Walsh, J. L.: The application of transistors to computers. Proc. IRE Bd. 46 (1958) Nr. 6, S. 1240-1254
- [6] Best, R. L.: Memory units in the Lincoln TX-2. Proc. Western joint Computer Conf. (1957) S. 160-167
 [7] Valenty, G. E.: A medium-speed magnetic core memory. Proc. Western
- joint Computer Conf. (1957) S. 57-67

 8] Sebestyen, G.: A design technique for pedestal-free switching circuits. Trans.
- IRE electronic Computers Bd. EC-6 (1957) Nr. 3, S. 162-166
 [9] Hollmann, H. E.: Eliminate transistor burnout. Electronic Ind. & Tele-Tech
- (1957) Nr. 4, S. 71 u. 162
 [10] Warren, C. S., Rumble, W. G., u. Helbig, W. A.: A transistor operated magnetic core memory. Proc. Nat. El. Conf. Bd. 12 (1956) S. 289-299
- [11] Netherwood, D. B.: Logical maschine design A selected bibliography. Trans. IRE electronic Computers. Bd. EC-7 (1958) Nr. 2, S. 155-178

(eingegangen am 14. August 1959)

Automatische Raumlichtanpassung von Kontrast und Grundleuchtdichte in Fernsehgeräten

DK 621.397.62

1. Einführung und allgemeine Gesichtspunkte

Bei Fernsehempfängern setzt sich seit etwa zwei Jahren die Automatisierung der verschiedenen Einstellmöglichkeiten mehr und mehr durch. Sie hat das Ziel, dem Fernsehteilnehmer die Bedienung seines Gerätes zu vereinfachen und ihm auch bei unterschiedlichen Empfangsbedingungen stets ein möglichst gutes Fernsehbild zu liefern. Eine dieser Schaltungen ist die automatische Raumlichtanpassung des Kontrastes und der Grundleuchtdichte, über die im folgenden berichtet werden soll.

Da es aus physikalischen Gründen nicht möglich ist, den Reflexionsfaktor des Bildschirmes zu verringern, bleibt jede Aufhellung des umgebenden Raumes mit einer störenden Aufhellung des Schirmes verbunden. Das Raumlicht addiert sich zur Nutzleuchtdichte des Fernsehbildes und bewirkt eine Herabsetzung des Kontrastes. Damit verbunden ist eine Verringerung der Detailerkennbarkeit und eine Verfälschung der Gradation [1, 2]. Um diese Fehler auszugleichen, ist eine Anpassung des Kontrastes und der Grundleuchtdichte an die jeweilige Aufhellung des Bildschirmes erforderlich. Ein "optimales Bild" einzustellen ist — jedenfalls für den Laien — schwierig, so daß eine selbsttätige Einstellung wünschenswert scheint. Welchen Bedingungen eine solche Raumlichtautomatik genügen muß und wie sie zu reagieren hat, wird hier beschrieben.

Als Wichtigstes wäre zu fordern, daß bei Aufhellung des umgebenden Raumes keine Details im Fernsehbild verlorengehen, das heißt, sämtliche Graustufen müssen erkennbar bleiben. Diese Forderung bezieht sich in erster Linie auf die dunklen Graustufen, bei denen sich das Leuchtdichteverhältnis unter Umständen durch die Addition des Raumlichtes so weit erniedrigt, daß der zur Unterscheidung benachbarter Stufen erforderliche Schwellwert unterschritten wird. Um diesen Fehler auszugleichen, muß entweder der Kontrast und damit die Stufenhöhe vergrößert oder die Grundleuchtdichte des Fernsehbildes angehoben werden, wodurch sich die Leuchtdichte der dunklen Graustufen ebenfalls erhöht.

Eine Vergrößerung des Kontrastes (durch Erhöhung der Videosignalamplitude bewirkt) führt zu einer proportionalen "Weißdehnung", wodurch Gradationsverzerrungen vermieden werden können [3]. Für sehr große Raumleuchtdichten auf dem Bildschirm wird jedoch die Erhöhung des Kontrastes allein nicht mehr genügen, weil die zur Verfügung stehende Videosignalamplitude zu gering ist. Ein anderes Hindernis ist das Erreichen oder Überschreiten der Flimmergrenze. Um in diesem Falle die Detailerkennbarkeit in den dunklen Bildpartien aufrechtzuerhalten, muß zusätzlich die Grundleuchtdichte des Fernsehbildes erhöht werden. Das entspricht einer Verschiebung des Arbeitspunktes auf der Kennlinie der Bildröhre. Der Gesamtkontrast nimmt dabei ab, und es treten Gradationsverzerrungen auf, für die das Auge jedoch nicht sehr empfindlich ist — jedenfalls nicht bei Schwarz-Weiß-Bildern.

Das Fernsehprogramm wird zu Zeiten ausgestrahlt, in denen sehr unterschiedliche Umfeldbeleuchtungen vorherrschen. Abends ist meistens nur eine geringe Raumbeleuchtungsstärke vorhanden. Es sei angenommen, daß dann maximal etwa 100 lx auf den Bildschirm fallen können. Wegen der allgemein verwendeten Kontrastfilter wirkt sich diese Beleuchtungsstärke auf Grund der Beziehung

$$B_R \approx o_L \cdot \tau_{S^2} \cdot \tau_{G^2} \cdot E_R$$

 $(\varrho_L=$ Reflexionsgrad des Leuchtschirmes (etwa 75%), $\tau_S=$ Durchlaßgrad des Schutzglases (etwa 95%), $\tau_G=$ Durchlaßgrad des Grauglases (etwa 75%)) in einer zusätzlichen Störleuchtdichte von maximal etwa 38 asb aus. Am Tage kann die Störbeleuchtung sehr viel höhere Werte annehmen. Während also für den Fall des Fernsehens am Abend ein Ausgleich der Raumbeleuchtung durch Kontrasterhöhung möglich ist, muß beim Fernsehen am Tage die Grundleuchtdichte des Bildes zusätzlich erhöht werden.

Zur automatischen Raumlichtsteuerung lassen sich zwei Wege einschlagen, bei denen im wesentlichen der Regelverlauf der Grundleuchtdichte verschieden ausfällt;

- Proportionalregelung der Grundleuchtdichte (Die Grundleuchtdichte wächst proportional mit der Raumbeleuchtung)
- Schwellwertregelung der Grundleuchtdichte
 (Die Erhöhung der Grundleuchtdichte setzt erst bei bestimmter Raumbeleuchtung ein)

Im Bild 1 sind die Regelcharakteristiken der beiden Möglichkeiten schematisch dargestellt, wobei im Falle der Schwellwertregelung der

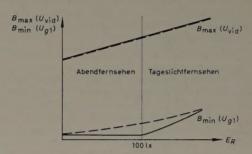


Bild 1. Schematische Darstellung der Regelkurven für Proportionalregelung (gestrichelt) und Schwellwertregelung (ausgezogen) der Grundleuchtdichte ($E_R=$ Stärke der Raumbeleuchtung)

Grundleuchtdichte der Schwellwert zweckmäßigerweise in das Übergangsgebiet zwischen Tages- und Abendlicht gelegt wird. Das entspricht im Bild 1 einer Beleuchtungsstärke von 100 lx. Es ergeben sich dann die in der Tab. I zusammengestellten Vor- oder Nachteile der Regelschaltungen, wobei als dritte Regelung auch noch die Regelung ausschließlich des Kontrastes hinzugenommen ist, die wegen ihrer Einfachheit häufiger angewandt wird. Bei den drei Schaltungen erfolgt die Regelung des Kontrastes selbstverständlich proportional zur Stärke der Raumbeleuchtung.

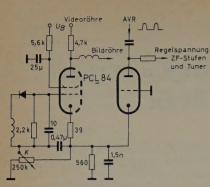
Ergänzend sei bemerkt, daß bei Regelung des Kontrastes in vielen Fällen indirekt eine proportionale Steuerung der Grundleuchtdichte dadurch erreicht wird, daß die zur Kontrastregelung dienende AVR (automatische Verstärkungsregelung) keine einwandfreie Konstanz des Schwarzwertes bei Kontraständerung ermöglicht; hierauf wird noch eingegangen.

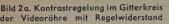
Tab. I. Vor- und Nachteile von drei verschiedenen Regelschaltungen

Schaltung Grund- leuchtdichte	Proportionale Regelung der Grund- leuchtdichte $\sim E_R$		Schwellwert- regelung der Grund- leuchtdichte $\sim E_R$		Keine Regelung der Grund- leuchtdichte $\sim E_R$	
Kontrast						
E_R Detail- erkennbarkeit Gradation Aufwand	gut mittel	$> 100\mathrm{lx}$ gut mittel ttel	gut gut	> 100 lx gut mittel ößer	gut gut	> 100 lx schlecht schlecht

2. Regelschaltungen zur Raumlichtsteuerung

Zur Anpassung des Kontrastes und der Grundleuchtdichte an die jeweilige Raumbeleuchtung benutzt man als Steuerorgane entweder Photozellen oder Photoelemente oder auch Photowiderstände, die Lichtschwankungen in Spannungs- oder in Stromänderungen umsetzen. Die folgenden Schaltungen sind ausschließlich mit Photowiderständen aufgebaut.





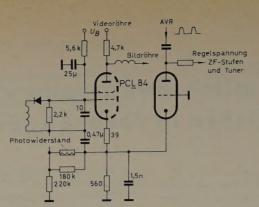


Bild 2 b. Kontrastregelung im Gitterkreis der Videoröhre mit Photowiderstand

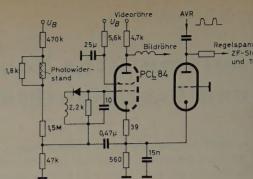


Bild 2c. Kontrastregelung im Gitterkreis der Videoröhre mit Photowiderstand im Zuge eines Spannungsteilers von U_B

2.1 Kontrastregelung über AVR (Gleichstromregelung)

Die in Fernsehempfängern am häufigsten angewendete Kontrastregelung erfolgt im wesentlichen durch Ändern der ZF-Verstärkung über die getastete AVR. Im Bild 2a ist eine Schaltung zu sehen, in der mit dem Kontrastregler die Gittervorspannung und damit der Arbeitspunkt der Videoröhre geändert wird. Weil die Katode der Videoröhre mit der Katode der Tasttriode der AVR direkt verbunden ist, wird deren Arbeitspunkt ebenfalls verschoben. Die Folge ist eine Verstärkungsänderung der Videoröhre und der geregelten ZF-Stufen (wegen der geänderten Regelspannung).

Im Bild2b ist die beschriebene Schaltung durch einen Photowiderstand an Stelle des Kontrast-Potentiometers in eine Raumlichtsteuerung umgewandelt worden. Damit schwankt die Spannung am Fußpunkt der Gitterkombination in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke und bewirkt die gewünschte Verschiebung der Arbeitspunkte von Video- und Taströhre. Mit dieser Schaltung ist eine Steuerung in den Gitterstrombereich der Videoröhre nicht möglich, weil das Gitter stets negativ gegen die Katode ist.

Eine andere Art der Gittersteuerung der Videoröhre mit Hilfe eines Photowiderstandes ist im Bild 2c gezeichnet. Dort befindet sich der Photoleiter in einem Spannungsteiler, der an der Anoden-Betriebsspannung liegt. Diese Schaltung hat Vorteile, wenn man auch die Grundleuchtdichte vom Raumlicht steuern lassen will, wie im folgenden Abschnitt näher ausgeführt. Von einer gegebenen Belichtungs-

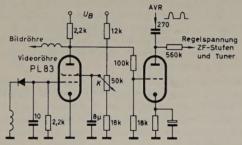


Bild 3a. Kontrastregelung am Schirmgitter der Videoröhre mit Regelwiderstand

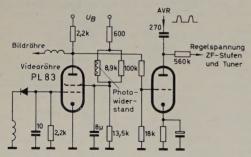


Bild 3b. Kontrastregelung am Schirmgitter der Videoröhre mit Photowiderstand

änderung muß eine größere Spannungsänderung hervorgerufen werden als in der Schaltung nach Bild 2b, weil der Photowiderstand auf einem höheren Potential liegt und seine Spannungsänderung mit dem Spannungsteiler verkleinert werden muß.

Die im Bild 3a gezeigte Anordnung stellt eine andere Möglichkeit zur Kontrastregelung über die ZF- und Videoverstärkung dar. Die Ar-

beitspunktverschiebung der Video- und der Taströhre erfolgt durch Ändern der Schirmgitterspannung der Videoröhre. Das Gitter der Taströhre ist über einen Spannungsteiler mit der Anode der Videoröhre verbunden, über den die Arbeitspunktverschiebung erfolgt. Auch in dieser Schaltung ist eine einfache Raumlichtsteuerung möglich, wenn das Potentiometer durch einen Photowiderstand nach Bild 3b ersetzt wird. Weil in diesem Falle zusätzlich zum Querstrom auch noch der Schirmgitterstrom über den Photowiderstand fließt und gefordert wird, daß der Querstrom groß gegen den Schirmgitterstrom bleibt, hat die Gitterregelung gegenüber der Schirmgitterregelung den Vorzug der geringeren Belastung des Photowiderstandes. Die Wirkungsweise der bisher beschriebenen Schaltungen beruht darauf, daß der Photowiderstand seinen Wert bei Lichteinfall verkleinert. Damit steigt der Querstrom durch den Spannungsteiler, und an dem unterhalb des Photowiderstandes liegenden Arbeitswiderstand ergibt sich ein größerer Spannungsfall.

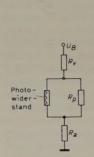


Bild 4. Spannungsteiler mit Photowiderstand

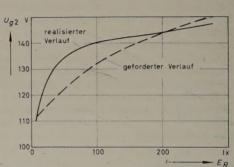


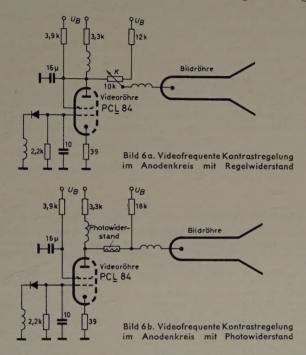
Bild 5. Vergleich zwischen gefordertem und realisiertem Verlauf der Schirmgitterspannung zur Kontrastregelung am Schirmgitter der Videoröhre

Eine überschlägliche Auslegung der benötigten Widerstandswerte kann erfolgen, wenn man die Endpunkte des Regelbereiches kennt. Das sind die Spannungen für die maximale oder minimale Raumbeleuchtungsstärke. Der Spannungsteiler besteht nach Bild 4 im wesentlichen aus dem Vorwiderstand Rv, dem Photoleiter, dem Parallelwiderstand R_p und dem Arbeitswiderstand R_a . Bei maximaler Beleuchtung ist der Widerstand des Photoleiters sehr klein gegenüber R_p . Die Steuerspannung, die an R_a abgegriffen wird, ergibt sich dann aus der Speisespannung durch Teilung über R_v und R_a . Für geringe Beleuchtung ist aber R_p klein gegen den Photowiderstand. Der wirksame Spannungsteiler besteht dann aus R_v , R_p und R_a . Mit dieser Art der Dimensionierung wird nicht immer ein optimaler Regelverlauf für die Kontraständerung erreicht. Bild 5 zeigt sowohl eine für die Schirmgitterregelung geforderte Kurve (gestrichelt) als auch eine Regelkurve (ausgezogene Linie), wie sie mit einem Spannungsteiler erhalten wird, der aus den Endpunkten des Regelbereiches berechnet worden ist. Man erkennt deutlich bei kleinen Beleuchtungsstärken eine große Abweichung der beiden Kurven voneinander. Bessere Übereinstimmung ist erreichbar, wenn man für die maximale Beleuchtungsstärke etwa den zehnfachen Wert der tatsächlich vorkommenden ansetzt, wobei die dazugehörige Spannungsänderung nur 10% über der tatsächlich maximal vorkommenden liegen soll. Außer durch rechnerische Verbesserung des Regelverlaufs kann die Kurve mit nichtlinearen Widerständen in der Schaltung oder mittels einer Blende vor dem Photowiderstand korrigiert werden.

2.2 Kontrastregelung in der Videostufe (videofrequente Regelung)

Bild 6a zeigt eine Kontrastregelung, die die Amplitude des Videosignals unmittelbar beeinflußt. Das Signal an der Anode der Videoröhre wird der Katode der Bildröhre über einen Spannungsteiler zugeführt. Diese Schaltung hat den Vorteil, daß die Variation der Signalgröße nur im Videoteil des Empfängers stattfindet. Für die AVR, die Synchronisation und den Ton steht an der Anode der Videoröhre stets das volle Signal zur Verfügung, gleichgültig welcher Kontrast eingestellt wird. Nachteilig sind die höheren Schaltkapazitäten im Videokreis, die einen sehr sorgfältigen Aufbau und einwandfreie Kompensierung der Videostufe erforderlich machen.

Eine vom Raumlicht abhängige Kontrastregelung nach dem beschriebenen Prinzip zeigt Bild 6b; das Potentiometer ist durch einen Photowiderstand ersetzt. Beim Aufbau dieser Schaltung ist auf mög-



lichst kurze Leitungen zwischen dem Photoleiter und den anderen Elementen der Videostufe zu achten, um die Schaltkapazitäten möglichst kleinzuhalten. Sollte der Einbau des Photowiderstandes in unmittelbarer Nähe der Videostufe erforderlich werden, dann kann man eine Lichtführung zum Photowiderstand — beispielsweise in Form eines Glasstabes — benutzen.

Bei dieser Schaltung muß der Photowiderstand noch eine besondere Forderung erfüllen. Da die Regelung unmittelbar das Videosignal beeinflußt, muß der Photowiderstand genügend träge arbeiten, damit, wenn die Raumaufhellung beispielsweise durch Leuchtstofflampen erfolgt, keine Brummodulation auftritt. Die heutigen Photowiderstände vom Typ der Cadmiumsulfid-Leiter haben sämtlich ausreichende Trägheit.

3. Die Schwarzwerthaltung bei Kontraständerung

Bevor näher auf die Raumlichtsteuerung der Grundleuchtdichte eingegangen wird, soll die Güte der Schwarzwerthaltung der bisher beschriebenen Kontrastregelschaltungen betrachtet werden. Dieser Punkt ist von Bedeutung, weil die Regelung der Grundleuchtdichte an sich unabhängig von der Kontrastregelung erfolgen soll, aber davon abhängig ist, wie stark der Schwarzpegel bei Kontraständerung schwankt.

Die eingangs beschriebenen Kontrastregelungen über die getastete AVR haben im allgemeinen die Eigenschaft, den Spannungswert der Synchronimpulsspitzen des Videosignals konstantzuhalten. Das heißt aber, daß bei Vergrößerung des Kontrastes der Schwarzwert proportional ansteigt. Diese Art der Regelung ruft also bei Kontrastvergrößerung automatisch eine Erhöhung der Grundleuchtdichte hervor, die dem Schwarzwert entspricht. Mit richtiger Dimensionierung ist aber auch im Falle einer Kontrastregelung durch die AVR eine Schwarzwerthaltung bei Änderung des Kontrastes möglich. Dem-

gegenüber bereitet eine einwandfreie Konstanz des Schwarzwertes bei der videofrequenten Kontrastregelung keine Schwierigkeiten.

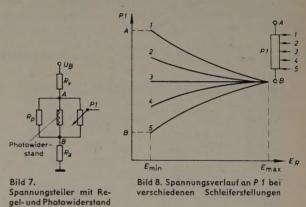
Für die folgenden Abschnitte sei vorausgesetzt, daß der jeweils vorhandene Schwarzwertfehler bei Kontrastregelung von der Regelschaltung zur Raumlichtanpassung der Grundleuchtdichte zusätzlich ausgeglichen werden muß.

4. Proportionalregelung der Grundleuchtdichte

Die Regelung erfolgt am Wehneltzvlinder der Bildröhre. Dessen Potential entspricht bis auf die Videosignalamplitude dem der Bildröhrenkatode. Der Photowiderstand in dem Regelspannungsteiler muß nun auf einem höheren Potential liegen. Im Bild 7 ist er mit den Widerständen R_v , R_p und R_a schematisch dargestellt. Die Spannung zur Regelung der Grundleuchtdichte kann an einem Potentiometer parallel zum Photowiderstand abgegriffen werden. Bei Belichtung des Photowiderstandes sinkt dessen Wert, der Querstrom nimmt zu, und damit sinkt die Spannung im Punkt A, während sie im Punkt B ansteigt. Man kann nun den Schleifer des Potentiometers so einstellen, daß an ihm keine Spannungsänderung auftritt, wenn der Photowiderstand belichtet wird. Oberhalb dieser Stellung sinkt die Spannung bei Belichtung des Photoleiters ab, am stärksten im Punkt A. Unterhalb der Einstellung "Spannungsänderung = Null" erhält man ein Ansteigen der Spannung bei Belichtung des Photoleiters mit dem größten Hub im Punkt B, wie im Bild 8 schematisch dargestellt (Schleiferstellung = Parameter). Es sind also verschiedene Einstellungen der Regelcharakteristik für die Grundleuchtdichte möglich, die dabei jedoch stets proportional der Raumbeleuchtungsstärke ab- oder zu-

Im Bild 9 ist eine vollständige Schaltung zur Raumlichtsteuerung der Wehneltspannung angegeben. Deren Absolutwert läßt sich mit Potentiometer $P\,2$ einstellen, während Hub und Richtung — wie beschrieben — mit dem Potentiometer $P\,1$ bestimmt werden.

Liegt beispielsweise eine Kontrastregelschaltung vor, bei der der Schwarzwert mit größer werdendem Kontrast ansteigt (Regelung über AVR), dann kann dies durch absinkende Grundleuchtdichte



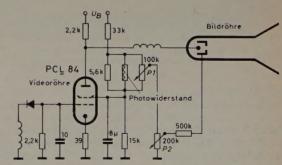


Bild 9. Kontrastregelung und Proportionalregelung der Grundleuchtdichte

gemäß der gewünschten Regelcharakteristik zum Teil oder ganz kompensiert werden. Damit läßt sich eine exakte Schwarzwerthaltung erreichen. Andererseits kann man aber bei exakter Schwarzwerthaltung (Videoregelung) zusätzlich die Grundleuchtdichte mit dem Raumlicht ansteigen lassen. Dann ergibt sich der Vorteil einer gleichmäßigen Anpassung des Bildes an das Raumlicht bei kleinerem Signalbedarf, Allerdings müssen dabei geringfügige Gradationsverzerrungen in Kauf genommen werden.

5. Schwellwertregelung der Grundleuchtdichte

In der Einleitung wurden die großen Unterschiede in der Umfeldbeleuchtung genannt, die entsprechend der Tageszeit auftreten. Hätte man es nur mit dem Fernsehen am Abend zu tun, das heißt mit geringen Beleuchtungsstärken, dann würde eine ausschließliche Anpassung des Kontrastes an die Raumbeleuchtung für die einwandfreie Bildwiedergabe vollständig ausreichen. Vor allem würden keine Gradationsverzerrungen vorkommen.

Bei den sehr viel höheren Beleuchtungsstärken am Tage jedoch genügt die Erhöhung des Kontrastes allein — wegen der zu kleinen Signalamplitude — nicht mehr; ein merklicher Detailverlust in den dunklen Bildpartien ist die Folge. Um das zu vermeiden, muß zusätzlich die Grundleuchtdichte erhöht werden.

Einen solchen Regelverlauf, das heißt eine Schwellwertsteuerung der Grundleuchtdichte (Charakteristik nach Bild 1) kann man mit einer Schaltung nach Bild 10 erreichen. Während die Signalspannung proportional der Raumbeleuchtung ansteigt, beginnt die Erhöhung der Wehneltspannung erst oberhalb eines bestimmten Schwellwertes. P 1 dient wieder zur Festlegung der Richtung und der Größe des Regelhubes für die Wehneltspannung. Es ist so eingestellt, daß an seinem Abgriff eine mit der Belichtung des Photowiderstandes ansteigende

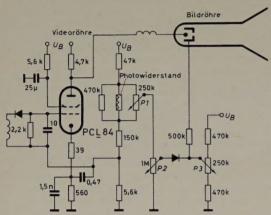


Bild 10. Kontrastregelung und Schwellwertregelung der Grundleuchtdichte

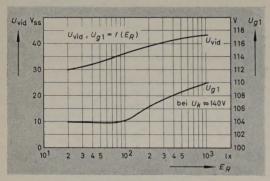


Bild 11. Regelverlauf von Bildsignalamplitude und Wehneltspannung bei Schwellwertregelung

Spannung abgenommen werden kann, die man P 2 zuführt und damit den Absolutwert der Wehnelt-Regelspannung einstellt. Der Abgriff von P 2 ist mit der Anode der Schwellwertdiode verbunden, deren Katode mit dem Abgriff von P 3 und dem Wehneltzvlinder zusammengeschaltet ist. P 3 liegt in einem Spannungsteiler an der Speisespannung. Solange die Katode der Schwellwertdiode positiver als ihre Anode ist, bleibt die Diode gesperrt, und am Wehneltzylinder liegt die mit P 3 eingestellte konstante Spannung. Bei stärker werdender Beleuchtung wird schließlich die Spannung an der Anode der Schwellwertdiode positiver als deren Katodenspannung. Die Diode öffnet, und die Wehneltspannung steigt proportional der Beleuchtungsstärke an. Der Einsatzpunkt (Schwellwert) wird mit der Einstellung von P 3 bestimmt. Bild 11 zeigt je eine Regelkurve für die Signalamplitude und für die Wehneltspannung in Abhängigkeit von der Stärke der Raumbeleuchtung, die in einer solchen Schaltung aufgenommen wurden. Der Schwellwert liegt bei 100 lx.

6. Ermittlung der geforderten Regelverläufe

Zum Schluß sollen noch einige Bemerkungen über die Festlegung der Regelcharakteristiken gemacht werden. Eindeutig festzulegen ist nämlich nur die Minimalleuchtdichte des Bildes. Sie ist so zu wählen, daß in den schwarzen Bildteilen die Zeilen gerade verschwinden. Bei der Einstellung der Maximalleuchtdichte, die den Kontrast bestimmt (diese Einstellung wird am besten im dunklen Raum vorgenommen), muß man beachten, daß die Flimmergrenze bei Vergrößerung der Signalamplitude durch die Raumlichtsteuerung nicht zu sehnell erreicht wird. Es ist also zweckmäßig, für die Einstellung im dunklen Raum den Kontrast nicht zu groß zu wählen. Wenn man diese Einstellung gefunden hat, ergibt sich der Regelverlauf für das Fernsehen am Abend aus der Forderung nach konstantem Kontrast. Die Kurven für das Fernsehen bei Tageslicht müssen für den Fall der Schwellwertsteuerung gesondert aufgenommen werden. Will man Proportionalsteuerung der Grundleuchtdichte anwenden, kann der Regelverlauf am einfachsten aus den Bedingungen an den Endpunkten des Regelbereiches ermittelt werden.

Schrifttum

- [1] Suhrmann, R.: Kontrast und Graustufen im Fernsehbild. Elektron. R
dsch. Bd. 11 (1957) Nr. 2, S. 43-46
- [2] Suhrmann, R.: Die Verfälschung der Gradation des Fernsehbildes durch Aufhellung des Bildschirmes. Elektron. Rdsch. Bd. 11 (1957) Nr. 3, S. 75-77
- [3] Grosskopf, H.: Die Bedeutung des Videoempfängers für die Schwarzwert- übertragung im Fernsehen. Rundfunktechn. Mitt. Bd. 2 (1958) Nr. 2, S. 64-74

(eingegangen am 25. September 1959)

"Impuls unserer Zeit", ein Dokumentarfilm

Dem Film kommt heute in Gestalt des technischen Dokumentarfilms eine von Jahr zu Jahr zunehmende Bedeutung als Informationsspeicher zu. Ist er doch in der Lage, einen bildlichen Überblick über oft weit voneinander entfernt sich abspielende Vorgänge gleichzeitig zu geben oder komplizierte Vorgänge leicht verständlich darzustellen. In dem Dokumentarfilm "Impuls unserer Zeit" stellte das Haus Siemens das Phänomen Elektrotechnik in umfassender und repräsentativer Form dar und zeigte damit gleichzeitig richtungsgebend, ein wie wertvoller Informationsspeicher das Medium Film heute sein kann, zumal dann, wenn man sich bisher für unmöglich gehaltener oder zumindest unbekannter Darstellungsformen bedient. Ein solcher Film, dessen Geschehen sich ebenso im Bereich der Naturgewalten wie im Bereich des Elektronenmikroskops abspielt, kann die ihm entsprechende musikalische Untermalung nicht in den Ausdrucksmitteln konventioneller Orchestermusik finden. Deshalb war es ein weiser Entschluß, sich des Klanggeschehens aus dem Bereich der Elektrotechnik selbst zu bedienen: der elektronischen Musik. Josef Anton Riedel hat, beraten von seinem Lehrer Carl Orff, eine dem Bildgeschehen adäquate Klangwelt entstehen lassen, die wesentlich mit dazu beiträgt, den Gesamteindruck von diesem Film zu vertiefen.

Der als Informationsfilm für die 180 000 über die ganze Welt verstreuten Siemens-Angehörigen gedachte Film hat seinen ursprünglichen Rahmen gesprengt und ist zu einer bleibenden Dokumentation der Elektrotechnik schlechthin geworden. Er führt in die Stätten der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie und vermittelt ebenso einen Eindruck von Werkstätten und Prütfeldern wie von Kraftwerken modernster Bauart. Als imponierende Beispiele moderner Verwendung elektrischer Energie zum Ersatz und zur Erweiterung der menschlichen Muskelkraft sieht man die Erzverladeanlage in Narvik mit einem stündlichen Umschlagsvermögen von 4000 Tonnen Erz oder einen Braunkohlenbagger im Kölner Revier, der täglich 100 000 Tonnen Erde bewegt.

Meß- und Überwachungsgeräte erweitern nicht nur den Wahrnehmungsbereich der menschlichen Sinne, sondern sind gleichzeitig die unumgänglich notwendige Voraussetzung für jede Art von Automatisierung. In staub- und eisenfreien Räumen sieht man feinste Meßgeräte entstehen, die man dann später bei automatisch arbeitenden Werkzeugmaschinen oder in chemischen Großanlagen wiederfindet.

In bisher einmaligen Aufnahmen wurden dem Verständnis oft nur schwer zugängliche Vorgänge in der Nachrichtentechnik demonstriert. Überraschend dabei immer wieder, wie es gelungen ist, die technisch oft sehr komplizierten Vorgänge leicht verständlich und doch technisch exakt klarzumachen. Großartig beispielsweise die Darstellung der trägerfrequenten Umsetzung von zwei Fernsprechkanälen an Hand von drei verschieden farbigen Oszillogrammen.

Über die Halbleitertechnik und ihre Bauelemente führte der Film dann in den Bereich der Röntgen- und Elektronenstrahlen. Zum ersten Male erlebte man hier in einem Film, wie aus der Oberfläche einer Katode hinausgeschleuderte Elektronen im Elektronenmikroskop sichtbar werden oder wie sich Kristallmoleküle umwandeln.

Mit diesem Film ist dem Hause Siemens, aber auch dem Regisseur Otto Martini und der Gesellschaft für bildende Filme, ein Werk gelungen, das als Musterbeispiel für den technischen Dokumentarfilm unserer Zeit gelten darf.

Stereophonische Übertragung von Rundfunksendungen mit FM-modulierten Signalen und AM-moduliertem Hilfsträger

DK 681.84.087.7:621.396.97

1. Einleitung

Der stereophonische Rundfunkempfang wird als eine Verbesserung des monauralen Empfangs betrachtet, der ohnehin schon hohe Ansprüche erfüllt. Aus diesem Grunde, wie auch wegen der erforderlichen Bandbreite, kommt hierfür in erster Linie der Bereich der frequenzmodulierten UKW in Frage. Das vollständige Programm wird von zwei Mikrofonen aufgenommen und mittels zweier Empfängerkanäle wiedergegeben. Zwar ist behauptet worden, daß für den Stereo-Eindruck das Frequenzgebiet von 300...5000 Hz maßgebend sei, aber akustische Experimente haben gezeigt, daß eine derartige Begrenzung der Bandbreite von einem geübten Hörer als unangenehm empfunden wird.

Mit der Einführung eines neuen Systems tritt immer die Frage der Kompatibilität auf, das heißt die Frage, ob man eine Sendung der neuen (stereophonischen) Art mit den bisherigen Empfängern noch gut, aber monaural empfangen kann und ob sich der neue Empfänger auch für die alten, monauralen Sendungen eignet. Es wird dabei angenommen, daß das Summensignal (linkes + rechtes Mikrofon) zu einer ebenso guten Wiedergabe führt wie ein normales monaural aufgenommenes Signal. Die studioseitigen Konsequenzen seien hier nicht näher untersucht.

Es gibt mehrere Verfahren, die Information aus zwei niederfrequenten Kanälen über eine Trägerwelle zu senden. Zur Beurteilung, welches System den Vorzug verdient, sind mehrere Punkte von Bedeutung; einfachere oder kompliziertere Empfängerschaltung, Übersprechen zwischen den beiden Kanälen, Signal/Rausch-Verhältnis im Monound Stereo-Kanal, Bandbreite des Spektrums, eventuelle Möglichkeit eines zweiten Programms, wenn keine Stereo-Übertragung stattfindet. Ein System, das in jeder Beziehung allen anderen Systemen überlegen ist, gibt es wohl nicht. Wenn hier im folgenden das System mit amplitudenmoduliertem Hilfsträger beschrieben wird, dann deshalb, weil die einfachere Empfängerschaltung kleine Nachteile in anderer Hinsicht aufzuwiegen scheint.

Auf die Frage, warum AM eines Hilfsträgers gewählt wurde und nicht des eigentlichen Trägers selbst, ist zu entgegnen, daß man im letzteren Fall zur Vermeidung des Übersprechens Filter mit sehr flachem Amplitudenverlauf im Durchlaßbereich anwenden muß; dann ist aber die gewünschte Selektivität nicht erreichbar.

2. Prinzipielle Arbeitsweise

Die Signale der beiden Mikrofone sind A (t) und B (t). Um unwesentliche Konstanten zu vermeiden, sei

$$-\frac{1}{2} \le A(t) \le \frac{1}{2}$$
 und $-\frac{1}{2} \le B(t) \le \frac{1}{2}$

Das Differenzsignal moduliert einen Hilfsträger mit der Frequenz ω . Dieses modulierte Signal wird zum niederfrequenten Summensignal addiert. Die gesamte FM des Trägers wird also proportional dem Ausdruck

$$U_{tm} = A(t) + B(t) + a \cdot \cos \omega t \left[1 + A(t) - B(t)\right]$$

Dabei kann die Hilfsträgeramplitude a auf einen für die Übertragung geeigneten Wert eingestellt werden. Der maximale Frequenzhub sei mit 75 kHz angenommen. Für a=1 haben sowohl das Summensignal als auch der Hilfsträger 37,5 kHz Frequenzhub. Bei a=2/3 sind die entsprechenden Werte 45 kHz und 30 kHz.

3. Der Sender

Bild 1 zeigt das Blockbild eines stereophonischen Rundfunksenders. Über eine Preemphasis mit 50 μ s Zeitkonstante werden die beiden Informationen A und B wegen der geforderten Kompatibilität in einem Inverter in ein Summensignal A+B und ein Differenzsignal

A-Bverwandelt. Das Differenzsignal moduliert die Amplitude des Hilfsträgers und wird dann zum Summensignal addiert. Beide zusammen modulieren dann die Frequenz des Senders. Die maximale Modulationstiefe des Hilfsträgers kann 100%sein. (Es gibt noch weitere Möglichkeiten, um dieselbe Modulation des FM-Trägers zu erreichen. Für die Betrachtung dieses Systems ist ein Unterschied nur im Aufbau des Senders nicht wichtig.)

Die beiden Filter (Bild 1) sind möglicherweise nicht unbedingt erforderlich. Wenn im Modulator keine unerwünschten Frequenzen auftreten, kann man die Filter fortlassen. Ist aber ein solches Filter vor-

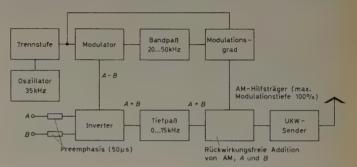


Bild 1. Blockbild eines stereophonischen Rundfunksenders nach dem FM-AM-Verfahren

handen, dann muß ein ebensolches Filter mit demselben linearen Frequenzgang auch in die NF-Stufe eingebaut werden. Hat das Filter im Amplitudenmodulator den Phasengang $Q(\omega)$, so ist die AM

an Stelle von $u_{am\,1} = U \cdot \cos\,pt$ nunmehr

$$egin{aligned} u_{am\,2} &= U \cdot \cos\left[pt + rac{1}{2}\,Q\left(\omega + p
ight)t + rac{1}{2}\,Q\left(\omega - p
ight)
ight]\cdot \\ &\quad \cdot \cosrac{1}{2}\left[Q\left(\omega + p
ight) + Q\left(\omega - p
ight) - 2\,Q\left(\omega
ight)
ight] \end{aligned}$$

Wie man daraus ersieht, ist ein linearer Frequenzgang erwünscht. Wegen des Übersprechens muß der Phasengang im NF-Teil derselbe sein. Das wird ganz besonders deutlich, wenn beispielsweise eine Spannung nur im rechten, nicht aber im linken Mikrofon auftritt.

$$A(t) = \frac{1}{2}\cos pt; \quad B(t) = 0$$

$$A - B = A + B = \frac{1}{2}\cos pt$$

4

Existiert ein Phasenunterschied, dann erhält man
$$2\,A=\cos\,pt+\cos\,(pt+Q)=2\,\cos\left(pt+\frac{Q}{2}\right)\cdot\,\cos\,\frac{Q}{2}$$

$$2~B=\cos pt-\cos (pt+Q)=2\sin \left(pt+rac{Q}{2}
ight)\cdot\sinrac{Q}{2}$$

Das Übersprechverhältnis ist also tan $\frac{Q}{2}$.

Mit Hilfe des Butterworth-Filters ist ein genügend gleichmäßiger Phasenverlauf zu erreichen, um eine Übersprechdämpfung von 30...40 dB zu erhalten. (Eine im Laboratorium untersuchte Modulator-Demodulator-Schaltung lieferte folgende, über das ganze System gemessene Werte: 33 dB bei 60 Hz, 36 dB bei 120 Hz, 37,5 dB bei 500 Hz, 32 dB bei 2000 Hz, 30 dB bei 10000 Hz und 20 dB bei 13500 Hz.)

4. Der Empfänger

Die Schaltung des Empfängers entspricht derjenigen eines gewöhnlichen FM-Empfängers vom Eingang bis zum Ratiodetektor, der eine kleine Änderung erfahren hat, um den hohen Modulationsfrequenzen gerecht zu werden und einen symmetrischen Ausgang zu bekommen. (Beim normalen Aufbau ist die Deemphasis bereits im Ratiodetektor enthalten, was in diesem Fall nicht erwünscht ist.) Für die Demodulation sind im wesentlichen nur zwei entgegengesetzt gepolte Dioden sowie einige Widerstände und Kondensatoren erforderlich. Ratiodetektor und Stereo-Demodulator zeigt Bild 2. Mit den beiden Dioden wird das auf den Hilfsträger modulierte Differenzsignal A(t) - B(t)gleichgerichtet, wobei durch das Summensignal A(t) + B(t) die Arbeitspunkte der beiden Dioden in entgegengesetzter Richtung verschoben werden. Es entstehen dabei unmittelbar das rechte (A) und das linke (B) Lautsprechersignal, falls der Hilfsträger den halben Frequenzhub hat. Widerstände und Kondensatoren sind so bemessen, daß die verlangte Deemphasiszeit erreicht wird. Schließt man den Schalter S. dann wird ein monaurales Signal empfangen. Falls der Hilfsträger aber nicht den halben Frequenzhub hat, sondern beispielsweise 30 kHz, dann muß man willkürlich mit R (Bild 3) ein Übersprechen hervorrufen. Dieses Übersprechen ist dann im NF-Teil wieder zu kompensieren. In der im Bild 3 gezeigten Schaltung geschieht diese Kompensation mit Hilfe des Regelwiderstandes. (Auch bei 37.5 kHz Frequenzhub des Hilfsträgers hat sich der Widerstand Rfür eine gute Demodulation als nützlich erwiesen, ist aber dann nicht unbedingt erforderlich.)

5. Das Spektrum

Es sei

$$A \, + B = \frac{1}{2} \cos pt$$
 und $A - B = \frac{1}{2} \cos qt;$

dann erhält man für die FM des Senders

$$u_{tm} = \Delta \omega \cos pt + \Delta \omega (1 + \cos qt) \cos \omega t$$

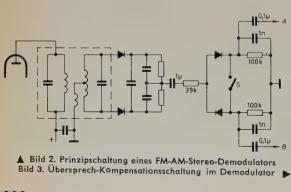
Für das Spektrum des FM-Senders gilt der folgende Ausdruck:

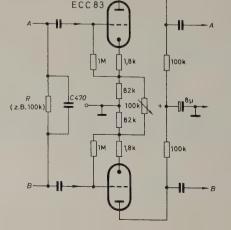
$$F = \sum_{-\infty}^{+\infty} J_{m} \left(\frac{\Delta \omega}{p} \right) \cdot \sum_{-\infty}^{+\infty} J_{n} \left(\frac{\Delta \omega}{\omega} \right) \cdot \sum_{-\infty}^{+\infty} J_{r} \left[\frac{\Delta \omega}{2 (\omega - q)} \right].$$

$$\cdot \sum_{-\infty}^{+\infty} J_{s} \left[\frac{\Delta \omega}{2 (\omega + q)} \right] \cdot \sin \left[(\omega_{0} + mp + n \omega + r (\omega - q) + s (\omega + q)) \right] t$$

Größenordnungsmäßig gewinnt man eine Vorstellung, wenn man beachtet, daß die Argumente der letzten drei Besselfunktionen etwa 1; 0,5; 0,5 sind. Die Teilspektren bei 0, $\pm \omega$, $\pm 2 \omega$ liegen noch im Durchlaßbereich des Filters, das dritte bei $\pm 3 \omega$ nur zum Teil. J_3 hat nur noch den Wert 0,0196, also hat das Teilspektrum bei $\pm 3 \omega$ nur den $8 \cdot 10^{-4}$ ten Teil der Energie. Die weiteren Seitenbänder spielen keine Rolle mehr, weil bereits $J_4 = 0,0025$. Messungen über Störungen im nächstliegenden Kanal sind zwar noch nicht durchgeführt worden, aber es werden dort keine großen Schwierigkeiten erwartet. 1)

¹) Arguimbau, L.: FM multiplex spectra and interference. Proc. IRE Bd. 47 (1959) S. 1372-1373





6. Das Signal/Rausch-Verhältnis

Das Signal/Rausch-Verhältnis im ZF-Teil ist durch

$$S = \frac{U^2}{Z \cdot k \cdot T \cdot B \cdot R}$$

gegeben ($k=1,37\cdot 10^{-23}\,\mathrm{Ws}/^\circ\mathrm{K}=\mathrm{Boltzmannsche}$ Konstante). Für einen Empfänger mit der Rauschzahl Z=3, der Bandbreite $B=200\,\mathrm{kHz}$, dem Eingangswiderstand $R=300\,\Omega$ ist bei einer Eingangsspannung $U=2,73\,\mu\mathrm{V}$ und einer Temperatur $T=300\,^\circ\mathrm{K}$ das Signal/Rausch-Verhältnis S=10.

Das Verhältnis aus Energie des Signals bei Vollmodulation und Energie des Rauschens ist nach der Demodulation

$$V = \frac{(R C)^3 (\Delta \omega)^2 \cdot B \cdot S}{2 (R C \cdot \omega_a - \arctan R C \cdot \omega_a)}.$$

wobei $\Delta \omega$ der Frequenzhub, RC die Zeitkonstante der Preemphasis und ω_a die NF-Bandbreite ist.

Mit $\Delta \omega = 75$ kHz, RC = 50 μ s und $\omega_a = 15$ kHz ergibt sich nach der Gleichrichtung ein Signal/Rausch-Verhältnis $V_1 = 37,16$ dB + 10 lg S.

Für das kompatible Signal bekommt man nur einen Frequenzhub von 37,5 kHz, und dann wird das Signal/Rausch-Verhältnis V_2 = 31,14 dB + 10 lg S.

Für das stereophonische Signal ergibt sich bei allen Hilfsträgerverfahren ein etwas ungünstigeres Resultat, weil das Rauschen eines FM-Demodulators mit der Frequenz zunimmt. Man berechnet das Signal/Rausch-Verhältnis nach der Demodulation nach

$$\label{eq:V3} V_3 = \frac{(R\;C)^3 \cdot (\Delta\;\omega)^2 \cdot B \cdot S}{2\;\{\;R\;C \cdot \omega_a + [(R\;C)^2 \cdot q^2 - 1] \arctan\;RC \cdot \omega_a\;\}} \;,$$

wobei qdie Frequenz des Hilfsträgers ist. Mit $q/(2~\pi)=35~\mathrm{kHz}$ und $\varDelta~\omega/(2~\pi)=37,5~\mathrm{kHz}$ errechnet man nach obiger Gleichung $V_3=14,14~\mathrm{dB}+10~\mathrm{lg}~S.$

In dem hier diskutierten Fall besteht also für $S=1000~(27,3~\mu\mathrm{V}$ am Eingang) schon ein Signal/Rausch-Verhältnis von 44 dB im stereophonischen Ausgang, während der entsprechende Wert bei 54,6 $\mu\mathrm{V}$ am Eingang (S=4000) dann 50 dB ist. Das Signal/Rausch-Verhältnis liegt im Stereo-Teil nicht immer 17 dB (V_2-V_3) unter dem im kompatiblen Signal, weil bei größeren Signal/Rausch-Verhältnissen auch noch andere Ursachen eine Rolle spielen, die nicht vom System abhängen.

Der große Unterschied tritt aber bei kleinen Signalen mit Sicherheit auf. Aus diesem Grunde wird am Rande des Versorgungsgebietes fast immer guter kompatibler Empfang vorhanden sein, aber kein guter Stereo-Empfang.

Es wurden hier nur Energien berechnet, die auch durch vorläufige Messungen bestätigt wurden. Ob sich das stereophonische Rauschen unter Umständen weniger bemerkbar macht als das monaurale, ist bisher noch nicht betrachtet worden. Aus den angegebenen Formeln ist leicht zu ersehen, was im kompatiblen Signal zu gewinnen ist und was im Stereo-Signal verlorengeht, wenn man eine andere Verteilung des Frequenzhubes vornimmt.

7. Zweites Programm

Den amplitudenmodulierten Hilfsträger kann man grundsätzlich auch zur Ausstrahlung eines zweiten Programms verwenden. Im Empfänger ist dann ein besonderer Hochpaß einzubauen, um Modulation

und NF-Signal voneinander zu trennen, sowie ein besonderer Gleichrichter. 45 dB Übersprechdämpfung sind leicht erreichbar. Die niedrigeren Werte für Stereo-Übersprechen sind durch die Additions-Subtraktions-Bedingungen hervorgerufen. Bei einem zweiten Programm würde man die Summen-Differenz-Schaltung im Sender nicht verwenden, müßte allerdings einen kleinen Mehraufwand im Empfänger dafür in Kauf nehmen.

(eingegangen am 19, Oktober 1959)

G. IANUS

Das PAM-Verfahren in der Rundfunk-Stereophonie

DK 621.396.97:681.84.087.7:621.376.55

1. Einleitung

Nachdem die Stereophonie mit dem Erscheinen der Stereo-Schallplatte zu einem allgemeinen Begriff geworden ist, diskutiert und erprobt man im Ausland bereits ernsthaft zahlreiche Vorschläge, um stereophonische Sendungen über den Rundfunk ausstrahlen zu können. Bevor jedoch eine allgemeingültige Entscheidung getroffen wird, müssen die Vor- und Nachteile der zur Diskussion gestellten Verfahren sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. Neben anderen wichtigen Grundvoraussetzungen für jedes HF-Stereo-Verfahren gelten zwei Forderungen:

- 1) Eine echte Stereo-Information ist innerhalb eines Rundfunk-Kanals unterzubringen (bei UKW somit innerhalb eines Frequenzbandes von 300 kHz).
- 2) Das Verfahren muß kompatibel sein, das heißt, monophone Rundfunkgeräte müssen Stereo-Sendungen monophon empfangen und Stereo-Geräte müssen monophone Sendungen ungestört wiedergeben können.

Dieser Aufsatz befaßt sich mit der Rundfunk-Stereophonie mittels Puls-Amplituden-Modulation (PAM-Verfahren), die die obengenann-

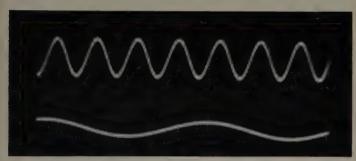


Bild 1. NF-Stereo-Informationen A (t) und B (t)

ten Bedingungen erfüllt. Es soll dabei hauptsächlich die Empfängerseite betrachtet werden, um einen Einblick in den zusätzlichen technischen Aufwand zu geben, der ein monophones Rundfunkgerät von einem Stereo-Empfangsgerät unterscheidet. Da die verschiedenen Übertragungsverfahren unterschiedlichen Mehraufwand erfordern, ergibt sich damit ein wirtschaftlicher Gesichtspunkt, der bei der Verfahrensauswahl zweifellos eine Rolle spielen wird.

2. Beschreibung des Verfahrens

Die von einer NF-Stereo-Quelle (z.B. Mikrofon, Band, Platte) gelieferten Signale A(t) und B(t) (Bild 1) modulieren die Impulse eines Abtastgenerators abwechselnd so, daß ein zeitlich verschachteltes Signal F(t) entsteht (Bild 2), das beide NF-Informationen enthält. Die Frequenz des Abtastgenerators muß dabei notwendigerweise mindestens gleich oder größer als die doppelte Nachrichtenfrequenz von A(t) oder B(t) sein. Die Impulsform spielt dabei ebenfalls eine wichtige Rolle, denn sie beeinflußt die Spektralbreite des Senderbasisbandes sowie das Übersprechen der Informationen A(t) und

B (t). Im vorliegenden Fall wurde eine Pulsfrequenz von 30 kHz gewählt, weil man in den beiden NF-Kanälen Frequenzen bis etwa 15 kHz übertragen will (Bild 3). Das Signal F (t) durchläuft nun ein Tiefpaßfilter, das oberhalb der Schaltträgerfrequenz abschneidet und damit das Basisband des Senders begrenzt. Im Bild 4 ist das Signal F' (t) gezeigt, mit dem nun der UKW-Sender frequenzmoduliert wird. Der Empfang und die Rückgewinnung der Stereo-Information erfolgen mit einem UKW-FM-Empfänger. Hinter dem FM-Gleichrichter entsteht das Signal F' (t) wieder und wird nun über einen 30-Kilohertz-Tiefpaß mittels elektronischer Schalter den NF-Kanälen A und

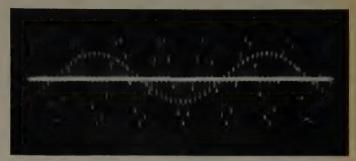


Bild 2. Zeitlich verschachteltes PAM-Signal F(t), das aus A(t) und B(t) gewonnen wurde



Bild 3. Abtastsignal des Pulsgenerators



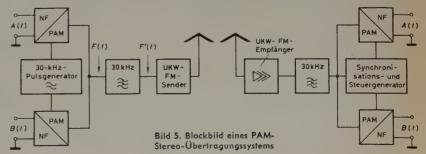
, Bild 4. PAM-Signal F' (t) hinter dem Tiefpaß

Bzugeführt. Da die Abtastfrequenz von 30 kHz im Signal F^\prime (t)enthalten ist, kann sie selektiv daraus entnommen und zur frequenz- und phasenrichtigen Steuerung der elektronischen Schalter benutzt werden. Damit ist sichergestellt, daß die Richtungszuordnung der Stereo-Informationen A (t) und B (t) mit der Senderseite übereinstimmt. Im Bild 5 ist ein vereinfachtes Blockschema des PAM-Stereo-Übertragungssystems dargestellt.

3. Der PAM-Stereophonie-Empfänger

3.1 HF- und ZF-Teil

Bevor man auf die empfängerseitigen Konsequenzen für den Stereo-Empfang näher eingeht, ist es notwendig, festzustellen, in welcher Weise sich das Senderspektrum eines PAM-Senders gegenüber einem Monophonie-Sender unterscheidet. Der normale UKW-Rundfunk



verwendet bei einer maximalen Modulationsfrequenz von f_{max} $=15~\mathrm{kHz}$ einen Spitzenhub von $arDelta\,t=\pm~75~\mathrm{kHz}$. Die Spektralbreite b ergibt sich daraus mit b=2 ($\Delta f + f_{\text{max}}$) = 180 kHz. Beim Stereo-Rundfunk erhöht sich die Bandbreite auf 210 kHz, da ja nun zwei NF-Kanäle mit je 15 kHz bei gleichem Hub übertragen werden. Auf Grund dieser Abschätzungen dürften die heute marktüblichen Empfänger mit ZF-Bandbreiten von 100...140 kHz kaum monophone und schon gar keine stereophonen Signale einwandfrei verarbeiten. Aus der Praxis weiß man jedoch, daß sich im monophonen Betrieb diese Bandbeschneidungen verhältnismäßig wenig auswirken. Das ist unter anderem mit der Begrenzerwirkung im ZF-Verstärker zu erklären, nach der bei größeren Antennenspannungen die wirksame ZF-Bandbreite ansteigt. Stereo-Empfangsversuche mit den üblichen Empfängern zeigten zwar keine Beeinträchtigungen des stereophonischen Effektes, jedoch bei Modulationsspitzen eine merkliche Erhöhung des Klirrfaktors. Daraus ist zu erkennen, daß für höhere Qualitätsansprüche beim Stereo-Empfang eine größere Bandbreite erforderlich wird. Falls man an eine HF-Stereo-Nachrüstung der auf dem Markt befindlichen Geräte denkt, so könnte für den Stereo-Ortsempfang, das heißt für größere Eingangsspannungen, auch mit normalen UKW-Geräten eine brauchbare Stereo-Wiedergabe erreicht werden. Da bei Stereo-Sendebetrieb die Anforderungen im Hinblick auf die Selektion keineswegs geringer werden, sind für qualifizierte Stereo-Empfänger ZF-Teile zu entwickeln, die den oben angeführten Punkten entsprechen. Diese Feststellung gilt in um so stärkerem Maße, je breiter das durch das Verfahren bedingte Senderspektrum wird.

3.2 Decodierung und Synchronisation

Wie schon unter 2. angedeutet, entsteht hinter dem FM-Gleichrichter im Empfänger das zeitlich verschachtelte Signal (Bild 4). Um nun daraus die beiden NF-Stereo-Signale zu gewinnen, ist ein Schalter mit dem Senderimpulsgenerator so zu synchronisieren, daß die

über geeignete Impulsaufbereitungsglieder Schaltimpulse, die die elektronischen Schalter im richtigen Zeitpunkt öffnen und schließen und dadurch den NF-Kanälen A und B ihre NF-Stereo-Signale zuführen. Damit sichergestellt ist, daß zu jedem Zeitpunkt eine endliche Größe der 30-Kilohertz-Spannung in F'(t) enthalten ist, wird vor der PAM im Sender den beiden NF-Stereo-Informationen je ein Gleichspannungsanteil addiert, der einem Hub von etwa 10% des Spitzenhubes entspricht. Somit ist auch während der Modulationspausen des Senders eine Synchronisation des Oszillators im Empfänger gewährleistet. Diese Schaltung liefert in jedem Falle genügend große Amplituden, um die Schalter zu steuern, hat jedoch den Nachteil, daß beim Ein- oder Auslaufen aus dem Fangbereich des Oszillators in den Lautsprechern der Schwebungston zwischen Senderund Empfängeroszillator hörbar wird. Außerdem muß der Oszillator temperaturkompensiert sein, um ein zuverlässiges "Einspringen" beim Einschalten des Gerätes zu garantieren.

3.2.2 Direktsynchronisation

Diese Methode unterscheidet sich von der vorher beschriebenen dadurch, daß empfängerseitig kein Schaltoszillator mehr vorhanden ist und infolgedessen auch Frequenz- und Phasen-Nachsteuereinrichtungen entfallen. Das Öffnen der Elektronenschalter erfolgt nur mit dem verstärkten 30-Kilohertz-Signal, Im Bild 6 ist der Stromlauf dieses Decoders dargestellt. Vom FM-Gleichrichter gelangt das Signal über einen 30-kHz-Tiefpaß, der gleichzeitig die ZF-Siebung übernimmt, an das Gitter einer Triode, die als Katodenverstärker arbeitet. Sie dient zur Entkopplung der Elektronenschalter und des Synchronisierverstärkers von der FM-Gleichrichterstufe. Die beiden folgenden Pentodensysteme liegen zwischen 30-Kilohertz-Kreisen hoher Güte und verstärken selektiv den 30-Kilohertz-Anteil des PAM-Signals. Dabei wird der übrige Nachrichteninhalt unterdrückt. In der nachfolgenden Triode wird die begrenzte Schaltspannung der Sekundärseite eines Übertragers zugeleitet, in dem die Differentiation statt-

findet. An den Enden des Primärkreises liegen die Schalterdioden, über die Mittelanzapfung wird das PAM-Signal F'(t)eingespeist. Die Schaltimpulse öffnen und sperren die Diodenstrecken, wodurch wieder die Zuordnung der Signale A(t)und B (t) zu den entsprechenden NF-Kanälen erfolgt. Diese Schaltung arbeitet bei Einhal-

tung der Restschaltträgerbedingung von 10%außerordentlich zuverlässig. Bei Vereinfachung der Schaltung läßt sich der gezeigte Aufwand noch verringern.

30 kHz 30 kHz ECF80 ECF 80 ECF 80 | 100% +2001 +200V

3.3 NF-Teil

Wenn man voraussetzt, daß zukünftige HF-Stereo-Hörer bereits ein komplettes NF-Stereo-Gerät besitzen, dann wäre außer einer für beide NF-Kanäle notwendigen Deemphasis kein zusätzlicher Aufwand auf der NF-Seite mehr notwendig.

Im Bild 7 ist das Blockbild eines PAM-Stereo-Empfängers zu sehen. Bild 8 zeigt die Ansicht eines PAM-Decoders als Empfängerzusatz zur Nachrüstung eines normalen UKW-Empfängers mit NF-Stereo-

4. Kompatibilität

Die Frage, wie sich ein normales Rundfunkgerät beim Empfang eines Stereo-Signals verhält, läßt sich am besten nach Betrachtung des PAM-Signalspektrums beantworten.

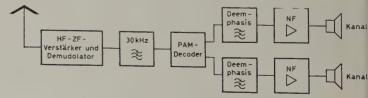


Bild 7. Blockbild eines PAM-Stereo-Empfängers

O+ 200 V **RL43** Bild 6. Prinzipschaldes Decoders

Momentanwerte des PAM-Signals im richtigen Zeitpunkt den NF-Verstärkern für A(t) und B(t) zugeführt werden. Die Funktionen des Schalters übernehmen zweckmäßigerweise Halbleiter- oder Vakuumdioden, die von Impulsen geöffnet oder gesperrt werden. Um die Öffnungsimpulse aus dem empfangenen Signal zu gewinnen. kann man verschiedene Wege gehen, von denen hier zwei beschrieben seien.

3.2.1 Mit fremdsynchronisiertem Oszillator

Das Zeitmultiplex-Signal gelangt vom FM-Gleichrichter zu den elektronischen Schaltern (Bild 5). Über einen Bandpaß wird dem Signal die 30-Kilohertz-Komponente selektiv entnommen, die zur Synchronisation eines 30-Kilohertz-Oszillators nach Frequenz und Phase dient. Der Oszillator selbst schwingt nun sendersynchron und erzeugt

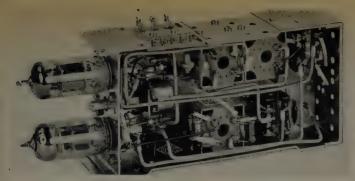


Bild 8. PAM-Decoder als Zusatz zu einem UKW-Empfänger

Nimmt man zur Vereinfachung an, daß der senderseitige Impulsgenerator Impulse von der Form

$$f_A(t) = \sin^2 \frac{\omega}{2} t$$
 and $f_B(t) = \cos^2 \frac{\omega}{2} t$

erzeugt, dann ergibt sich durch Multiplikation der Stereo-Signale $A\left(t\right)$ und $B\left(t\right)$ im PAM-Modulator

$$A_{1}\left(t\right)=f_{A}\left(t\right)\cdot A\left(t\right)=\frac{1}{2}\,A\left(t\right)-\frac{1}{2}\,A\left(t\right)\cos\,\omega\,t$$

$$B_{1}\left(t\right)=f_{B}\left(t\right)\cdot B\left(t\right)=\frac{1}{2}\;B\left(t\right)\;+\;\frac{1}{2}\;B\left(t\right)\cos\,\omega\,t$$

Das Modulationsausgangssignal F (t) ist dann die Summe der beiden obigen Nachrichten

$$F\left(t\right) = A_{1}\left(t\right) + B_{1}\left(t\right) = \frac{1}{2}\left[A\left(t\right) + B\left(t\right)\right] - \frac{1}{2}\left[A\left(t\right) - B\left(t\right)\right] \cdot \cos\omega t$$

Da die Stereo-Informationen A (t) und B (t) auf ein Band von 15 kHz begrenzt sind, erkennt man, daß das Summensignal F(t) aus

zwei Anteilen besteht, die den Bereich 0... $\frac{\omega}{4\pi}$ mit der Summe

$$A$$
 (t) $+$ B (t) und den Bereich $\frac{\omega}{2\,\pi}\pm\frac{\omega}{4\,\pi}$ mit der Differenz

A(t) - B(t) ausfüllen. Da in einem Seitenband bereits die gesamte Information enthalten ist, kann man das obere Seitenband der Dif-

ferenzinformation
$$\frac{\omega}{2\pi} + \frac{\omega}{4\pi}$$
 (also 30...45 kHz) abschneiden.

Daraus ergibt sich nun, daß der Stereo-Sender ein Basisband von

$$0...\,\frac{\omega}{2\,\pi}$$
, also von $0...30\,\mathrm{kHz},$ belegt, von dem der Bereich $0...15\,\mathrm{kHz}$

die Monophon-Information und der von 15...30 kHz die Stereo-Information enthält. Ein normales Rundfunkgerät beschneidet hinter dem Demodulator das ankommende Signal auf 0...15 kHz, also auf das Summensignal A(t) + B(t). Infolgedessen wird ein solcher Empfänger eine stereophonische Sendung störungsfrei monophon wiedergeben, womit die Kompatibilität bestätigt ist. Es ist weiterhin leicht einzusehen, daß der breitere Stereo-Empfänger eine monophone Sendung ebenfalls ungestört wiedergibt.

5. Praktische Versuche

Um das Verfahren praktisch zu erproben, wurde eine PAM-fähige Sende- und Empfangsanlage aufgebaut, die es gestattet, die verschiedenen System- und Empfängerfragen praktisch zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde die Ansteuerstufe eines normalen UKW-Senders zur Verarbeitung eines Basisbandes bis 30 kHz ausgebaut. Ein Puls-Amplituden-Modulator zur Signalaufbereitung sowie Stereo-Bandund -Plattenabspielmaschine wurden über ein Mischpult mit Aussteuerungskontrolle zusammengeschaltet, so daß ein provisorischer Sendebetrieb ohne Schwierigkeiten möglich ist. Als Empfänger dienten normale Rundfunkgeräte aus der Serie, die bereits NF-Stereo-Einrichtungen hatten, ausgerüstet mit Puls-Amplituden-Demodulatoren. Verschiedene Sende- und Empfangsversuche zeigten gute Ergebnisse und bestätigten die Kompatibilität und die Notwendigkeit bestimmter Maßnahmen zur Erweiterung der ZF-Durchlaßbandbreite für hochqualifizierten HF-Stereo-Empfang.

Die Arbeiten werden fortgesetzt.

[1] Mayer, H. F., u. Bath, F.: Stereophoner Rundfunk mittels Puls-Amplituden-Modulation. Rundfunktechn. Mitt. Bd. 3 (1959) Nr. 4, S. 174-179

(eingegangen am 16. November 1959)

Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI

Im Geleitwort zur Funkausstellung 1959 in Frankfurt am Main wurden Im Geleitwort zur Funkausstellung 1959 in Frankfurt am Main wurden die Erzeugnisse der Radio- und Fernsehindustrie die "Lieblingskinder des Verbrauchers" genannt. "Trotzdem gibt es für die Rundfunk- und Fernsehindustrie genug Probleme und Sorgen, bei deren Behebung die Fachabteilung, richtig eingesetzt, gute Arbeit zum Nutzen aller Mitglieder leisten kann. Sie alle haben gute Chancen in der Zukunft, wobei der Blick auf das Allgemeinwohl niemals unterlassen werden darf." So schließt der anläßlich der turnusmäßigen Mitgliederversammlung der Fachabteilung Rund/unk und Fernsehen im ZVEI Mitte November in Hamburg erstmalig gedruckt herausgegebene "Bericht des Vorstandes" (Ende 1957 bis Ende 1959).

Vor der Versammlung des Industrieverbandes der Rundfunk- und Fernsehbranche referierten der erste Vorsitzende und die Leiter der Kommissionen und Ausschüsse ausführlich über aktuelle Probleme.

Die Rundfunkgeräteindustrie, die im Jahre 1958 eine Gesamtproduktion von 3796000 Geräten verzeichnete, ist der Ansicht, daß entgegen früheren Voraussagen das Ergebnis dieses Jahres sogar noch höher sein und nur wenig unter der 4-Millionen-Stück-Grenze bleiben wird. Die Fabrikation von normalen Empfängern wie auch von Musiktruhen ist zwar leicht zurückgegangen, doch konnte die Produktion von Koffer- und Reiseempfängern, aber auch von Autosupern derart gesteigert werden, daß der Rückgang in den beiden zuerst genannten Gruppen stückzahlmäßig mehr als aufgewogen wird. Für 1960 veranschlagt man die Rundfunkgeräte-Produktion mit 4 Millionen Stück. Die Industrie glaubt, daß die Steigerung bei Koffer- und Reiseempfängern und auch bei Autosupern anhalten wird. Der Rundfunkgeräte-Export, der 1958 bei 1638 768 Empfängern lag, wird auch in diesem und vielleicht ebenfalls im nächsten Jahr wieder die Höhe von 1,6 Millionen Stück erreichen. — Zum Thema Rundfunk-Stereophonie wurde mitgeteilt, daß Besprechungen mit dem Institut für Rundfunktechnik der Sendeanstalten stattfinden, um über die Technik der Stereo-Sendungen des Rundfunks zu beraten. Es sei noch in keiner Weise abzusehen, welches technische System für derartige Sendungen in Betracht komme; auch über den Zeitpunkt der Einführung solcher Sendungen könne noch nichts gesagt werden. Die Rundfunkgeräteindustrie, die im Jahre 1958 eine Gesamtproduktion könne noch nichts gesagt werden.

Die Produktion von Fernsehempfängern wird in diesem Jahr voraussichtlich maximal 1850000 Stück erreichen. Gegenüber dem Vorjahr, in dem 1562000 Einheiten hergestellt wurden, ergibt sich eine Steigerung von etwa 18%. Das wird von der Industrie als nicht zuviel angesehen, denn von den 1,85 Millionen Fernsehgeräten werden, soweit es sich jetzt schon übersehen läßt, 300000 Stück in den Export gehen, so daß für den Inlandsabsatz nur noch rund 1,55 Millionen Geräte verbleiben. Angebot und Nachfrage halten sich in diesem Jahr etwa das Gleichgewicht. Man ist der Ansicht, daß es im nächsten Jahr auf dem In- und Auslandsmarkt zusammen Absatzmöglichkeiten für 2 Millionen Fernsehempfänger gibt. Es dürften der Inlandsmarkt 1,65 Millionen und der Export 350000 Stück aufnehmen. — Mit dem Beginn der Ausstrahlung eines zweiten Fernsehdurtten der Inlandsmarkt 1,65 Millionen und der Export 350000 Stuck aufnehmen. — Mit dem Beginn der Ausstrahlung eines zweiten Fernsehprogramms ergibt sich etwa zu Beginn des Jahres 1961 nach Meinung der Fachabteilung für die gesamte Fernsehindustrie eine große Chance, aber auch eine sehr schwierige Aufgabe. Von einem bestimmten Zeitpunkt an werden nur noch Geräte verkäuflich sein, die von vornherein für den Empfang eines zweiten Programms ausgerüstet sind; etwa 4 Millionen Fernsehempfänger müssen umgerüstet werden.

Der Wert des stückzahlmäßig bereits erwähnten Exports von Rundfunk-und Fernsehgeräten zusammen, der im Jahre 1958 rund 417 Millionen DM betrug, wird in diesem Jahr wahrscheinlich die Höhe von 470 Millionen DM erreichen und im Jahr 1960 vermutlich schon die Halbmilliarden-Grenze überschreiten. Wichtigste Abnahmeländer sind in Europa Schweden, die Niederlande, Belgien, die Schweiz sowie Italien und in Übersee die USA.

U. a. äußerte man sich — mit der gebotenen Objektivität, da hier die Meinungen der 53 Mitgliedsfirmen auseinandergehen — auch zu Marktfragen. Die Möglichkeit der Schaffung eines Gesamtumsatz-Rabattkartells für den daran interessierten Teil der Branche wurde angedeutet.

Turnusgemäß fanden auch Neuwahlen statt. Neuer erster Vorsitzender der Fachabteilung wurde Konsul Bruno Piper, Vorstandsvorsitzer der Loewe Opta AG. Der langjährige Fachabteilungsvorsitzende, Dipl.-Ing. Kurt Hertenstein, Geschäftsführer der Deutschen Philips GmbH, der nach einem Autounfall noch gesundheitliche Rücksichten nehmen muß, wurde jetzt zweiter Vorsitzender. Der Beirat der Fachabteilung wurde von 16 auf einem Autounfall noch gesundheitliche Rucksichten nehmen muß, wurde jetzt zweiter Vorsitzender. Der Beirat der Fachabteilung wurde von 16 auf 13 Mitglieder reduziert. Ihm gehören nunmehr neben den beiden Vorsitzenden an: Dipl.-Kfm. G. Böhme (Körting), Ch. Katti (Siemens), Dr. K. Lämmechen (Tonfunk), M. Men de (Nordmende), P. Metz (Metz), Dr. H. Meyer-Oldenburg (Szba), Dr. P. Motte (Wega), K. Nowack (Telefunken), M. Rieger (Schaub-Lorenz), H. Schürer (Graetz) und Dr. G. Schwarz (Blaupunkt). Zur ZVEI-Delegiertenversammlung wurden W. Wiegand (Braun) und Dr. H. Meyer-Oldenburg delegiert; ihre Vertreter sind Dr. P. Motte und M. Rieger. Wiedergewählt als Kommissionsleiter wurden für Export W. Meyer (Blaupunkt) und für Technik Dipl.-Ing. A. Boom (Graetz). M. Rieger wird sich nach wie vor im Rahmen der Fachabteilung mit Fragen der Marktlage befassen. Die Leitung der Fachunterabteilung Röhren und Halbleiterelemente bleibt in den Händen von H. Maier (Telefunken). Wenn der Geschäftsführer der Fachabteilung, F. Römer, mit dem Erreichen der Altersgrenze im nächsten Jahr sein Amt niederlegt, sollen — entsprechend der stark gewachsenen Bedeutung der Branche — ein Hauptgeschäftsführer und ein Geschäftsführer bestellt werden. H.-L. Stein (Graetz), Leiter des Ausstellungs- und Werbeausschusses, sowie Dipl.-Kfm. A. Sanio (Philips), Leiter der Pressestelle, die bereits vor längerer Zeit um Entlastung gebeten hatten, wollen ihre Ämter bis zu dieser Neuregelung beibehalten.

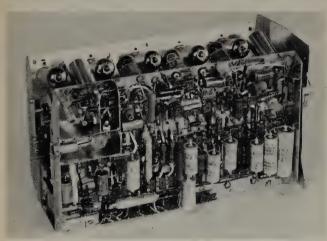
Fernauge »FA 40«

Vor kurzem stellte Grundig eine vereinfachte, sehr preisgünstige Fernsehkamera, das Fernauge "FA 40", vor, die durch den Einbau einer Automatik sehr einfach zu bedienen ist und sich mit jedem normalen Heim-Fernsehempfänger für die Bildwiedergabe verwenden läßt.

DK 621.397.611

Als Bildaufnahmeröhre dient im neuen Fernauge "FA 40" das Resistron, eine Röhre vom Vidikontyp. Die Einstellung von Strahlstrom, Fokussierung und Vorspannung der Signalelektrode erfolgt beim "FA 40" vollautomatisch. Da sich die Lichtempfindlichkeit des Resistrons in Abhängigkeit von der positiven Vorspannung der Signalelektrode innerhalb gewisser Grenzen ändern läßt, paßt die Automatik für die Vorspannung, die auf konstantes Bildsignal steuert, die Kamera an die jeweilige Objektbeleuchtung automatisch an. Die Automatiken für Strahlstrom und Fokussierung halten die einmal eingestellten optimalen Betriebswerte über lange Betriebszeiten konstant.

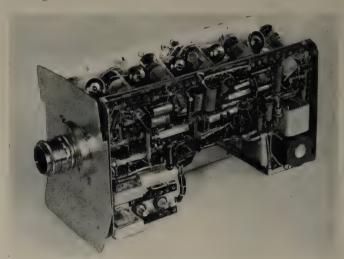
Das Fernauge "FA 40" besteht aus der Aufnahmekamera (13,5×18 ×28,5 cm, Gewicht etwa 5 kg) und dem über ein 12adriges Kabel mit der Kamera verbundenen Netzgerät (15×18×20 cm, Gewicht etwa 5,5 kg). Das Kabel ist im allgemeinen 5 m lang, in Sonderfällen bis zu 10 m. Normalerweise ist die Kamera mit einem Objektiv der Lichtstärke 1:1,5 ausgerüstet, jedoch läßt sich auch jedes beliebige andere Objektiv für 16-mm-Schmalfilmformat verwenden, sofern es mit einer entsprechenden Fassung versehen ist. Bei Verwendung der Standard-Optik ergibt bereits



Verstärker- und HF-Modulatorteil (HF-Generator links oben)

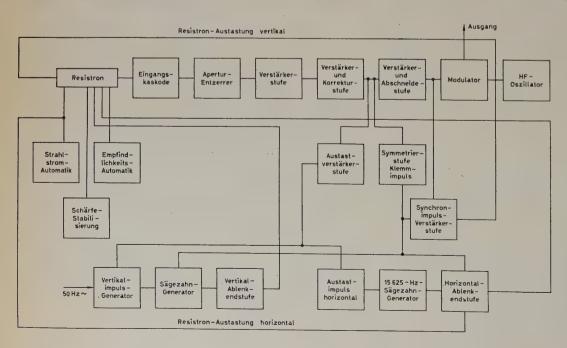
eine Objektbeleuchtung von 200 Lux (entsprechend einer Beleuchtung von 4 Lux auf der lichtempfindlichen Schicht des Resistrons) ein brauchbares Bild.

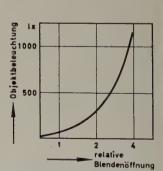
Das von der Aufnahmeröhre gelieferte Bildsignal wird nach Verstärkung in einem 5stufigen Breitbandverstärker von 5 MHz Bandbreite mit Austast- und Synchronimpulsen gemischt. Die Vertikalimpulse werden aus der sinusförmigen Netzspannung abgeleitet und durch verschiedene Umformungen der Sägezahnablenkstrom, der Austastimpuls und der Synchronimpuls gewonnen. Der Generator für die Horizontalimpulse ist ein stabilisierter Blocking-Oszillator. Den Horizontalablenkstrom gewinnt man in ähnlicher Weise wie im Fernsehempfänger und die Austast- und Synchronimpulse durch Impulsformung aus dem vom Blocking-Oszillator gelieferten Mutterimpuls. Je ein Röhrensystem dient zur Stabilisierung des Strahlstroms und der elektronischen Schärfe sowie zur automatischen Einstellung der Signalplattenspannung (Empfindlichkeitsautomatik). Der Verstärker enthält eine Apertur-Entzerrung sowie getastete Schwarzsteuerung.



Blick auf die Einstellregler, die senkrecht auf dem Chassis angeordnet und damit leicht zugänglich sind

Das Ausgangssignal des Verstärkers wird dem HF-Modulator zugeführt, der für Band I und für Band II lieferbar ist. Da das vom "FA 40" gelieferte HF-Signal zwei Seitenbänder hat, ist bei der Auswahl des Übertragungskanals darauf zu achten, daß der untere Nachbarkanal örtlich nicht von einem Fernsehsender belegt ist. Das HF-Ausgangssignal hat eine Spannung von 0,5 V an 60 Ω . Es ist also notwendig, das HF-Signal zu dämpfen. Das geschieht zum Teil durch das zwischen Empfänger und Kamera liegende HF-Kabel und bei kurzen Kabellängen durch einen zusätzlichen ohmschen Abschwächer am Empfängereingang. Es ist nicht zulässig, das HF-Signal drahtlos durch Anschalten einer Antenne zu übertragen, da hierzu eine Sendelizenz der Post erforderlich ist. Für die hochfrequente Ausstrahlung sind die Frequenzbänder 430...440 MHz für "Amateur-Fernsehen" und 440...460 MHz für "Nichtöffentliches Fernsehen" vorgesehen, für die die Post entsprechende Lizenzen erteilen kann.





Objektbeleuchtung als Funktion der relativen Blendenöffnung

Blockbild der Fernauges "FA 40"

Bildet die Theorie des Farbensehens von Dr. Edwin H. Land die Grundlage für ein neues Farbfernsehsystem?

DK 621.397.9

Die Entwicklungsgrundlage für das Farbfernsehen bot die Theorie des trichromatischen Sehens von Thomas Young und Hermann von Helmholtz. Nach dieser Theorie bauen alle Farbfernsehverfahren auf der additiven Mischung sogenannter Primärreize Rot, Grün und Blau auf. In letzter Zeit hat nun eine Entdeckung von Dr. Edwin H. Land, dem Technischen Direktor der amerikanischen Polaroid-Gesellschaft, insofern von sich reden gemacht, als die Wellenlängen der Lichtstrahlen danach nicht die entscheidende Rolle für das Farbensehen spielen, das sich nach Land aus dem Zusammenwirken kürzerer und längerer Wellen ergibt, die gleichzeitig auf das Auge treffen. Es wird untersucht, wieweit Konsequenzen hinsichtlich der Farbfernsehtechnik aus dieser Auffassung zu ziehen sind.

1. Die Dreikomponententheorie und das NTSC-Farbfernsehverfahren

Über das Wesen und die Probleme der Farbe, insbesondere über die Entstehung der Farbe, sind viele Theorien und zahlreiche Veröffentlichungen bekanntgeworden. Der Begriff Farbe berührt verschiedene exakte und angewandte Wissenschaften, zu denen neben der Physik und ihrem Spezialgebiet, der Optik, auch die Lichttechnik, die optische Physiologie, aber auch die Psychologie und sogar die Chemie zählen. Daraus geht hervor, daß man das Problem Farbe von sehr vielen Seiten her behandeln kann. Bis vor kurzer Zeit beruhte aber jede Anwendung der Farbe auf der Theorie des trichromatischen Sehens von Young und Helmholtz. Nachdem seit einigen Jahren die Entwicklung des Rundfunks und des Fernsehens den folgerichtigen Schritt über das Schwarz-Weiß-Fernsehen hinaus zum Farbfernsehen machte, bediente sich diese neue Technik der Dreikomponententheorie.

Jedes der bisher bekannten wesentlichen Farbfernsehverfahren fertigt aus dem über ein Objektiv erhaltenen farbigen Bild zunächst drei Farbauszüge in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau an. Einzelne Verfahren unterscheiden sich dadurch, daß sie diese Farbauszüge entweder zugleich (Simultanverfahren) oder aufeinanderfolgend (Folgeverfahren) übertragen. Die Elektronik hat auch Mittel entwickelt, die es ermöglichen, von einem System ins andere hin-überzuwechseln (Chromacoder).

Das am meisten verbreitete und erprobte Farbfernseh-Übertragungsverfahren wendet einen Vorschlag des amerikanischen National Television System Committee an, der als sogenanntes NTSC-Verfahren bekannt wurde. Dabei wird das farbige Bild über ein Objektiv in der Kamera mit Hilfe farbselektiver Spiegel auf drei Bild-Signalwandler in Form von Kameraröhren geleitet und ergibt an deren Ausgang je ein rotes, grünes und blaues elektrisches Signal, das dem betreffenden farbigen Helligkeitseindruck proportional ist.

Die auf diesem Verfahren aufgebaute elektronische Kolorimetrie, aber auch die Dreikomponenten-Farbbildröhre sind verhältnismäßig kompliziert. In dieser Situation veröffentlichten die amerikanische Zeitschrift "Fortune", ferner der "Scientific American" und die deutsche Wochenschrift "Der Spiegel" Berichte über Arbeiten des amerikanischen Physikers Land, die angeblich zu tiefgreifenden wissenschaftlichen Umwälzungen führen [1, 2, 3, 4]. Die Zeitschrift "Der Spiegel" ging sogar so weit zu behaupten, daß General Electric die Produktion der herkömmlichen, äußerst komplizierten und teuren Farbfernsehgeräte aus der Erkenntnis heraus eingestellt habe, daß auf der Grundlage der von Land erarbeiteten Zweifarbenlehre des Sehens nun ein vereinfachtes Farbfernsehsystem denkbar sei. Die General Electric begänne auf dem Farbfernsehgebiet nun mit der Entwicklungsarbeit von vorn. Die Zeitschrift "Fortune" kommentierte, daß es unbezweifelbar sei, daß unser neues Wissen zu einer neuen Technik des Farbfernsehens führen wird, der gegenüber die bisher angewandten Verfahren primitiv und schwerfällig scheinen werden. Wenngleich auch nicht sicher ist, daß bei der General Electric die Farbfernsehentwicklung nur wegen der Entdeckungen von Land gestoppt wurde,

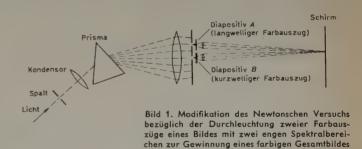
ist es Tatsache, daß die amerikanische Electronic Industries Association innerhalb des Broadcast TV-Systems Engineering Committee bereits ein "Subcommittee on Land Color" gegründet hat, das sich ausführlich mit den Konsequenzen hinsichtlich der Farbfernsehtechnik beschäftigt. Am 25. und 26. September 1959 sprach Dr. William L. Hughes vom Iowa State College auf der IRE- und AIEE-Tagung in Washington über "Erfahrungen der Dia-Projektion und der Farbfernsehtechnik bei der Anwendung der Methode von Dr. Land".

Leider findet man in der Literatur keine mathematisch-physikalische Begründung für diese angeblich neue Theorie des Farbensehens von Land. Die Fachwelt bemüht sich derzeit zu erkennen, ob tatsächlich das fundamentale Gesetz des Farbensehens in den Phänomenen verborgen ist, die in der optischen Physiologie als "Anomalitäten" oder "trügerische Effekte" des menschlichen Auges behandelt werden. Selbst die Farbenlehre Goethes aus dem Jahre 1810, in der der Dichterfürst heftig gegen die Farbentheorie Newtons polemisierte, wird zur Begründung herangezogen. Auch die Literaturstellen und Patente [5, 6, 7] haben Ähnlichkeit mit den Beobachtungen von Land. Es ist daher von Interesse, die Behauptungen und Experimente von Land kennenzulernen und sie mit der Theorie des trichromatischen Sehens zu vergleichen.

2. Die Theorie des Farbensehens von Land

Die Originalarbeit von Newton enthält Angaben über folgenden Versuch; Ein schmaler Lichtstrahl wird auf ein Prisma gelenkt und zerlegt das weiße Sonnenlicht in ein Band spektraler Farben, nämlich Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett. Wenn dieser Vorgang mit Hilfe eines zweiten Prismas rückgängig gemacht wird, verschwinden die Farben wieder, und das aus dem zweiten Prisma austretende Licht ist weiß. Newton beschäftigte sich dann damit, nur Teile dieses Spektrums wieder zusammenzufügen, indem er eine undurchsichtige Platte mit zwei Schlitzen versah, die alle Farben bis auf bestimmte, ausgewählte Töne absorbierte. Die Mischung solcher ausgewählter Farben auf einem Schirm ergab eine dritte Farbe, die mit einer zwischen den beiden Bändern im Spektrum liegenden Farbe identisch war.

Land schlug folgende Änderung dieses klassischen Versuchs vor (Bild 1): Die Öffnungen in der das spektrale Licht abschirmenden Platte werden so gelegt, daß sie gerade noch innerhalb des gelben Spektralbereichs liegen. Natürlich ergibt die Mischung dieser beiden in ihrer Wellenlänge nur wenig verschiedenen gelben Strahlen auf



dem Schirm wiederum Gelb. Fertigt man sich aber zwei identische Schwarz-Weiß-Diapositive an, die so klein sind, daß jeder dieser beiden Spalte wenigstens einen großen Teil des Diapositivs durchleuchtet, dann ergibt sich nach den Veröffentlichungen von Land auf dem Schirm nicht mehr ein gelbes Bild, sondern ein Bild, das (wenn auch schwach und ungesättigt) rote, graue, gelbe, orangefarbene, grüne, blaue, schwarze, braune und weiße Tönungen zeigt. Dieser Versuch führt zu dem Schluß, daß die Strahlen selbst nicht die Farben hervorbringen, sondern nur Informationsträger sind, die das Auge

befähigen, bestimmte Farben verschiedenen Objekten eines Bildes zuzuordnen.

Dieser Schluß widerspricht den Hauptgedanken der von Young, Maxwell und Helmholtz aufgebauten Dreikomponententheorie. In ihr sind Rot, Grün und Blau sogenannte Primärfarben, die durch geeignete Mischung, das heißt durch verschiedene Intensität ihrer Strahlung, jede andere innerhalb des bekannten Farbendreiecks gelegene Farbvalenz erzeugen können. Jeder Farbpunkt beruht danach also hinsichtlich seines Eindrucks auf das Auge auf den Wellenlängen und den verschiedenen Intensitäten der drei Primärfarben. Vergleicht man diese klassische Anschauung mit der genannten Modifikation des Newtonschen Versuchs, bei dem das Licht in jedem Punkt des Schirms nur aus zwei "gelben" Wellenlängen zusammengesetzt war, dennoch aber vollständig koloriert erschien, dann ergibt sich zwischen beiden Theorien eine offenbare Diskrepanz.

Es entsteht die Frage, ob in der klassischen Theorie Fehler enthalten sind. Jedoch die Tatsache, daß viele berühmte Physiker diese Dreikomponententheorie als richtig betrachtet haben, läßt daran zweifeln. Land bestätigt auch, daß in der klassischen Dreikomponententheorie wirklich keine Fehler enthalten sind, er weist aber darauf hin, daß alle Physiker das Licht stets als Strahlen kleiner Querschnittsfläche benutzten, besonders in Form von Strahlenpaaren, bei denen ein Strahl zusammen mit einem anderen bestimmte Wirkungen erzeugen sollte. Die daraus folgenden Schlüsse wurden nach Ansicht von Land fälschlich benutzt, Farbeindrücke überhaupt zu erklären. Das Studium des Farbensehens unter natürlichen Bedingungen in vollständigen Bildern ist im Gegensatz zu Lichtbündeln in einer bestimmten Umgebung offenbar noch ein physikalisch nicht durchgearbeitetes Gebiet.

In der Zeitschrift "Scientific American" [2] behandelt Land einige Versuche, die an die beschriebene Modifikation des Newtonschen Versuchs anknüpfen. Er fotografierte farbige Objekte mit Colorfilm und machte aus diesen Aufnahmen Farbauszüge auf Schwarz-Weiß-Film. Die Herstellung dieser Auszüge erfolgte mit Filtern, die verschiedene Wellenlängenbereiche durchließen. Die damit erhaltenen Schwarz-Weiß-Diapositivpaare wurden beispielsweise mit roten und grünen Filtern hergestellt. Man erhält damit nach den Berichten von Land ein farbiges Bild, wenn man beide als Auszüge natürlich zueinander passenden Diapositive mit Licht verschiedener Wellenlänge durchstrahlt, insbesondere so, daß das langwellige Licht durch das Diapositiv scheint, das mit dem roten Filter aufgenommen wurde, und das kurzwellige Licht durch den grünen Farbauszug. Wird der Prozeß umgekehrt, dann kehren sich auch die Farbeindrücke des entstehenden Bildes um, und die roten Bildteile erscheinen damit blaugrün.

Land gelangt damit zu dem Schluß, daß Farben in Bildern nicht aus bestimmten Wellenlängen bestehen, sondern aus der gemeinsamen Wirkung längerer und kürzerer Wellenlängen innerhalb des Gesamtbildes. Diese Hypothese belegte Land mit einigen weiteren Versuchen. Er stellte zunächst fest, daß die Farbauszüge Rot und Grün desselben Bildes nicht notwendigerweise von Wellenlängenbändern geringer Ausdehnung, das heißt schmaler Filterung, durchstrahlt zu werden brauchen, sondern daß es sogar möglich ist, das Bild, das als Farbauszug des längeren Spektralbereichs entsteht, beispielsweise mit Rot auszuleuchten und das den kürzeren Wellenlängen zugeordnete Bild aber nicht nur mit einem schmalen kurzwelligen Spektralbereich, sondern sogar mit dem gesamten Spektrum, das heißt mit Weiß. Die beiden Farbauszüge der gleichen Szene können mit zwei Projektoren auf eine Leinewand projiziert werden, wobei der eine Projektor dann mit einem roten Filter arbeiten soll.

Solange das Diapositiv des Farbauszugs nicht in den Projektor eingeschoben ist, ergibt sich wegen des roten Filters eine rote Beleuchtung des Schirms. Wenn aber die beiden Farbauszugs-Schwarz-Weiß-Diapositive in den Projektor mit weißem Licht und in den, der mit einem roten Filter versehen ist, eingeschoben werden, dann ergibt sich ein voll koloriertes Bild. Sobald das rote Filter entfernt wird, verschwindet die Farbe, und man erkennt nur noch die Schwarz-Weiß-Projektion.

Interessant an diesem Versuch ist die Tatsache, daß, wenn die Lichtstärke der Projektoren verändert wird, über einen weiten Bereich der relativen Intensitäten die Farben des entstehenden Gesamtbildes auf dem Schirm unverändert bleiben. Um den Einfluß der spektralen Bandbreite, beispielsweise des roten Projektors, auf die entstehenden Farben zu untersuchen, hat Land einen speziellen Monochromator

entwickelt, der in seiner Arbeitsweise im Bild 2 skizziert ist. Mit ihm ist es möglich, sehr schmale Bänder von Wellenlängen aus jedem Teil des sichtbaren Spektrums mit zwei Gittern zu erzeugen. Mit halbdurchlässigen Spiegeln werden die zueinandergehörenden Vorlagen, die im Bild 2 mit A und B bezeichnet sind, mit den entsprechenden

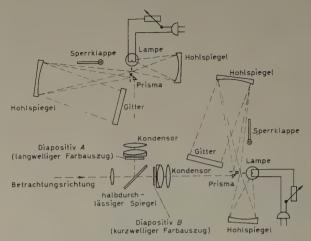


Bild 2. Doppelmonochromatoranordnung zur Erzeugung einer vollen Kolorierung einer Fotografie mit Hilfe der Durchleuchtung eines lang- und eines kurzwelligen Farbauszugs desselben Bildes mit spektralem Licht enger Bandbreite.

Anteilen verschiedener Lichtquellen, die in der angedeuteten Art hinsichtlich ihrer Strahlung vorbehandelt wurden, durchstrahlt. Land folgerte aus diesen Beobachtungen mit dem Doppelmonochromator folgendes:

Die Farbe in natürlichen Bildern hängt von einem von Bild zu Bild veränderlichen Gleichgewicht zwischen den längeren und den kürzeren Wellenlängen im Sichtfeld ab.

Die skizzierte Anlage gestattete auch, die Grenzen des Farbensehens zu ermitteln. Es ergab sich, daß eine bestimmte minimale Trennung zwischen der längeren Welle der einen Aufnahme und der kürzeren Welle existieren muß. Dieses Minimum ist für verschiedene Teile des Spektrums verschieden. Jedes Wellenlängenpaar, das gegenseitig weit genug auseinander liegt (der Mindestabstand ist jedoch relativ klein), ergibt sowohl alle Grautöne als auch eine Farbenskala, die größer als die nach der klassischen Theorie erwartete ist. Diese diversen Kombinationen von Wellenlängen ergeben die volle Skala spektraler Far-

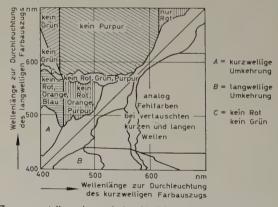


Bild 3. Zusammenstellung der nach dem Verfahren der Durchleuchtung von Farbauszugs-Colordias mit diskreten Spektralbereichen nicht zu erzeugender Farben

ben zuzüglich lichtspektraler Farbeindrücke wie Braun und Purpur. Land hat diese Ergebnisse in einer Farbtafel zusammengefaßt, die die Grenzen dieser Eindrücke, die durch verschiedene Wellenlängenpaare hervorgerufen werden, wiedergibt (Bild 3).

Auch die Grenze der relativen Helligkeit ist von ihm untersucht worden. Mit einigen Paaren lassen sich Farben über sehr große Helligkeitsbereiche erzeugen, mit anderen hingegen ändern sie sich bereits bei kleinen Veränderungen der Helligkeitsverhältnisse (Bild 4). Wiederum hängt das Ergebnis von den benutzten Wellenlängen ab. In Tab. I sind neun verschiedene Beobachtungen von Land hinsichtlich der Grenzen der Farbenstabilität bei Veränderungen der relativen

Körnungen aus besonders reinem geschmolzenen Aluminiumoxyd... Wozu dienen sie?

SESCHMOLZENES Aluminiumoxyd, mit y seinen ihm innewohnenden Eigenschaften von Härte, chemischer Stabilität und grosser Dichte, ist eines der am meisten verwendeten elektrochemisch gewonnenen Materialien. Es wird in vielerlei Formen produziert. Eine davon, Norton 38 ALUNDUM*-Körnung, hat sich als erfolgreich auf vielen Anwendungsgebieten erwiesen, wo ein hoher Reinheitsgrad verlangt wird. Elektrisch erschmolzen aus im Bayer-Verfahren gewonnenen: Aluminiumoxyd, hat diese weisse Körnung bei chemischer Analyse einen steten A1203-Gehalt von 99,49%. Sie ist in üblichen Lösungsmitteln nicht löslich und ist ungewöhnlich widerstandsfähig gegen Reduktion. Es handelt sich um ein amphoterisches Feuerfest-Erzeugnis mit grosser elektrischer Isolierfähigkeit. Andere Eigenschaften sind:

Schmelzpunkt — etwa 1965 °C
Spezifisches Gewicht — 3,94
Kristallinische Struktur — hexagonal
(rhomboedrische Unterteilung)
Härte — 9 Mohs'sche Skala
Brechungsindex — 1,76 im Mittel

Typische Verwendungsmöglichkeiten für 38 ALUNDUM-Körnung sind: als reine Oxyde und gesinterte Feuerfest-Erzeugnisse, feuerfeste Binder, Katalysator-Träger, Wärmeaustausch-Körper, verschleissfeste Teile, Laborgerät.

38500 und 38900 AWIF ALUNDUM-Körnungen

In diesen besonders feinen Körnungstypen geben die Ziffern 500 und 900 die Grösse der einzelnen Partikel an. In der 38500-Körnung beträgt die durchschnittliche Partikelgrösse 19,5 Mikron, die maximale 50 Mikron. Durchschnitts- und Maximalgrösse der Partikel in der 38900-Körnung beträgen 7,5 Mikron und 30 Mikron. Die Grösse der Partikel ist stets sehr gleichmässig. "AWIF" ist eine Kennzeichnung, die bedeutet "säuregereinigt und eisenfrei."

Sehr guter elektrischer Widerstand, grosse Wärmeleitfähigkeit und chemische Trägheit sind weitere Vorteile von 38500-und 38900-ALUNDUM-Körnung für eine Anwendung in der Elektro- und chemischen Industrie. Ebenso wie in elektronischen Röhren, wie illustriert, können sie u.a. auch zur Herstellung keramischer Teile, besonders für elektronische Produkte, verwendet werden, wo die besonderen Qualitäten dieser aussergewöhnlich reinen Körnung von grossem Wert sind.

Andere NORTON-Grundstoffe

sind ALUNDUM*, geschmolzenes Aluminiumoxyd, MAGNORITE*, geschmolzenes Magnesiumoxyd, NORBIDE*, Borkarbid, geschmolzenes und stabilisiertes Zirkonoxyd und viele mehr — einige erst im Entwicklungs- und Erprobungsstadium.

Für Ihre eigenen Anwendungsgebiete oder Entwicklungen

Die Norton Company liefert diese Erzeugnisse nicht nur in unverarbeiteter Form, sondern hat ausgedehnte Anlagen zur Weiterverarbeitung — und ist in der Lage, Erzeugnisse für Ihre besonderen Erfordernisse zu entwickeln. Richten Sie Ihre Anfrage an die Norton International Inc., Refractories Division, Dept. G.B., Worcester 6, Mass., IISA

Fordern Sie auch die englische Broschüre "Norton Refractory Grain-Electrochemically Refined" an.



FEUERFESTE ERZEUGNISSE

Hergestellt...R...Vorgeschrieben



IN ELEKTRONISCHEN RÖHREN wird Norton-38500 oder 38900 ALUNDUM-Körnung aus geschmolzenem Aluminiumoxyd als Überzug für die Heizröhren verwendet (Darstellung vergrössert). Die Körnung wird in schwebenden Zustand gebracht und die Heizspirale getaucht, gespritzt oder auf elektrischem Wege überzogen (Kataphorese).

NORTON-FABRIKEN: Compagnie des Meules Norton, La Courneuve, Frankreich; Deutsche Norton-Gesellschaft m.b.H., Wesseling (Bz. Köln), Deutschland; Norton Grinding Wheel Co., Ltd., Welwyn Garden City, England; Mole Norton, Corsico, Italien.

VERTRETUNGEN: Refracton A.G., Zürich,

Schweiz; Giulio Richard, Mailand, Italien.

Norton International Inc. vormals Norton Behr-Manning Overseas Inc.

Worcester 6, Mass., U.S.A.

*Eingetragene Schutzmarke

Helligkeit eines einfachen Paares von lang- und kurzwelligen Farbreizen mit den Wellenlängen von 450 und 575 nm zusammengestellt.

Tab. I. Die Farbenstabilität bei Veränderung der relativen Helligkeit

Erzeugte Farbe	innerhalb des Intensitätsbereichs	sich ergebende Farbtonänderungen		
Grau	200:1	geringe Veränderung		
Braun	100:1	gelbbraun bis dunkelbraun		
Weiß	100:1	weißgelb bis hellblau		
Gelb	30:1	gelb bis weiß		
Gelbgrün	30:1	gelbgrün bis gelborange		
Blau	10:1	blauviolett bis blaugrün		
Grün	6:1	blaugrün bis graugrün		
Rot	5:1	dunkelrot bis dunkelrotorange		
Orange	5:1	gelb bis rotorange		

3. Zusammenstellung experimenteller Ergebnisse und Folgerungen aus der Theorie

Das Diagramm im Bild 3 zeigt eine Farbtafel, in die besondere Bereiche eingetragen sind, die fehlende Farbwerte in dem farbigen, aus zwei Projektionen bestehenden Bild angeben. Diese in den einzelnen Bereichen angegebenen Farben fehlen also in dem durch Projektion mittels eines langwelligen und eines kurzwelligen Farbauszugs erzeugten Projektionsbild. Die Theorie von Land ist bislang nicht so weit ausgearbeitet worden, daß sich physikalische Gesetze für die Entstehung der Farb-Fehltafel nach Bild 3 angeben ließen. Es handelt sich also um rein empirisch gewonnene Werte. Ergänzend zu diesem Diagramm ist Bild 4 zu betrachten, in das die zur Durchleuchtung des langwelligen und des kurzwelligen Farbauszugs benutzten relativen Lichtstärken als Ordinate beziehungsweise Abszisse eingetragen sind. Die markierten Punkte geben stets reproduzierbare, von Land beobachtete Farbtöne an. Diese Darstellung resultierte aus dem Wunsch, bezüglich der entstehenden Farben eine Vorhersage machen zu können. Wenn also zwei Farbauszüge, beispielsweise ein roter und ein grüner, aus demselben Colorfoto gemacht wurden, war die Aufgabe, für ein zur Durchleuchtung und gemeinsamen Projektion gewähltes Paar von engen Spektralbereichen vorauszusagen, welche Farbe an jedem beliebigen Punkt des Kombinationsbildes entstehen müßte. Es sollte nach dem Wunsch von Land etwa das gleiche erreicht werden, wie es das bekannte Farbendreieck für Farbmischversuche in der Dreikomponententheorie ermöglicht. Land weist ausdrücklich darauf hin, daß das Farbendreieck nur für Farbmischversuche gilt, nicht aber für wirkliche farbige Bilder. Das scheint demjenigen, der sich in die neue Theorie einarbeitet, zunächst besonders bemerkenswert, da der Physiker gewohnt ist, aus der Summe von Einzelerscheinungen ein Ganzes zu integrieren.

Die Entstehung der Darstellung im Bild 4 beruht auf der Verwendung eines Doppelmonochromators (Bild 2) zur Durchleuchtung zweier Farbauszüge, die bei verschiedenen Wellenlängen aufgenommen wurden. Die örtlichen Veränderungen in der relativen Helligkeitsverteilung der beiden Farbauszüge müssen die Ursache zum Entstehen der verschiedenen Farben sein. So wurde also der "langwellige" Projektor einzeln eingeschaltet und seine Helligkeit auf verschiedene Pegel eingestellt. Dabei wurde festgestellt, daß der hellste Fleck auf dem roten Bildauszug dem Punkt entspricht, bei dem die langwellige Schwarz-Weiß-Aufnahme das meiste Licht hindurchläßt. Die Lichtintensität an diesem Punkt wird gemessen und mit 100% bezeichnet. Sie ergibt die maximal erhältliche Energie für die langen Wellen. Als Nächstes wird die Intensität des Lichts über den ganzen Rest des roten Bildes gemessen und dabei für jeden Punkt die rote Intensität in Prozent der maximal enthältlichen ermittelt. Dann wird der "langwellige" Projektor ausgeschaltet und der "kurzwellige" eingeschaltet und das gleiche Verfahren für die kurzen Wellenlängen wiederholt. Jeder Punkt im Bild kann einer bestimmten Stelle der grafischen Darstellung im Bild 4 zugeordnet werden. Zu jeder Stelle in der grafischen Darstellung wird die Farbe eingetragen, die der Punkt auf dem Bild hatte. So entsteht eine Anordnung von Punkten, von denen jeder mit einer Farbe verknüpft ist.

Nachdem diese Darstellung einen gewissen Umfang erreicht hat, läßt sich erkennen, daß sie von der 45°-Linie, also dem geometrischen Ort gleichstarker Durchleuchtung beider Farbauszüge, in zwei Teile geteilt wird. Diese Linie ist gleichzeitig die Graulinie. Hätte man das

gleiche Diapositiv in jeden Projektor gebracht, dann würden alle Punkte auf die Graulinie fallen, weil der Prozentsatz des erhältlichen Lichts in jedem Punkt auf dem Bild für beide Projektoren der gleiche sein würde. Die anderen Farben gruppieren sich systematisch um diese 45°-Linie. "Warme" Farben liegen oberhalb, "kalte" Farben unterhalb derselben. So scheint es, daß das Newtonsche Spektrum lediglich eine willkürliche Anordnung von Reizen in Abhängigkeit von der Wellenlänge darstellt. Die natürliche Skala führt nach Land von "warmen" Farben über "neutrale" (unbunte) Farben zu "kalten" Farben.

Wiederholt man diesen Versuch mit verschiedenen Wellenlängen oder Wellenbändern, dann findet man, daß die Lage der Farben in der Koordinatendarstellung nach Bild 4 für jedes Wellenlängenpaar dieselbe bleibt. Damit ist die Regel, nach der gesucht wurde, aufgestellt, denn es ist nun möglich, vorauszusagen, welche Farbe an jeder beliebigen Stelle eines Bildes zu finden ist. Man kann beliebige Paare von Diapositiven wählen und ihre prozentuale Lichtdurchlässigkeit in verschiedenen Bereichen des Spektrums messen. Bevor eine Projektion erfolgt, läßt sich voraussagen, welche Farbe jede Fläche haben wird. Diese Voraussage wird so lange stimmen, wie die zur Durchleuchtung benutzten Wellenlängen nach Bild 3 in der Lage sind, alle Farben zu erzeugen.

Aus Bild 4 folgt eine hinsichtlich der Anwendung der Theorie von Land wichtige Erkenntnis für das Farbfernsehen. Die Koordinatenachsen im Bild 4 sind dimensionslos und weder mit der Einheit der Wellenlänge, der Helligkeit noch irgendeiner anderen physikalischen Größe beschriftet, sie stellen lediglich das Verhältnis von Intensitäten für eine einzelne Wellenlänge oder für ein breites Band von Wellenlängen dar. Hieraus folgt, daß die Koordinatenachsen dehnbar sind.

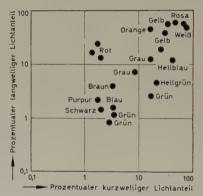
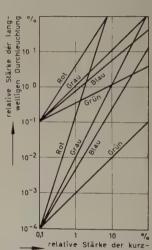


Bild 4. Abhängigkeit der nach dem System von Land entstehenden Farbtöne von der Stärke der Durchleuchtung des langwelligen unddes kurzwelligen Farbauszugs



welligen Durchleuchtung

Bild 5. Darstellung nach Bild 4,

jedoch bei Dehnung der Ordinate

Superponiert man zwei identische Langwellen-Aufnahmen in der Dia-Aufnahmevorrichtung des "langwelligen" Projektors und läßt man eine einzelne kurzwellige Aufnahme im Projektionsrahmen des "kurzwelligen" Projektors, dann findet man, daß diese Kombination die Farben auf dem Projektionsschirm nicht ändert. Die Analyse der vorliegenden Verhältnisse zeigt, daß jeder Punkt der langwelligen Aufnahme, der bislang 50% des verfügbaren Lichts hindurchließ, nun nur noch 25% überträgt und daß Punkte, die bislang 20% übertrugen, jetzt nur noch 4% hindurchlassen. Auf der logarithmischen Skala der Darstellung im Bild 4 entspricht dies der Dehnung der langwelligen Achse auf das Doppelte ihrer früheren Länge. Die 45°-Linie verläuft nun in einer neuen Richtung, aber alle Farbpunkte ändern sich mit ihr und behalten ihre relative Lage zueinander bei, wie im Bild 5 skizziert.

Ein weiterer bedeutsamer Versuch wurde von Land unternommen, der ein hinsichtlich aller Konsequenzen für die Farbfernsehtechnik wichtiges Resultat zeigte. Die bisherigen Versuche hatten Grund zu der Annahme gegeben, daß jede Anordnung, die Punkte ergab, die nach der Darstellung der Bilder 4 und 5 auf einer geraden Linie oder

SILIZIUM-GLEICHRICHTER

SARKES- Tarzian

Extrem kleine Abmessungen · Absolut dichte Gehäuse · Axiale Anschlüsse · Niedriger Gleichspannungs-Abfall Geringer Sperrstrom · Preisersparnisse

Geringer Sperrstrom • Preisersparnisse					
FÜR RADIO- UND FERNSEH-GERÄTE					
Gleich- strom A	Туреп	Maximale Spitzen- Sperrspannung V	Serie		
0,75	F 2 F 4 F 6	200 400 600	F	Nenngleichstrom: 0,75 A bei einer Umgebungstemperatur von 55°C	NEC. END 2350" 1 25MIN.
		FÜR	PRO	FESSIONELLE GERÄT	E
0,5	10 M 20 M 40 M 60 M	100 200 400 600	M	Zylindrisches Keramikgehäuse Nenngleichstrom: 0,5 A bei einer Umgebungstemperatur von 100°C	1.120" 1" 1" 1" X X X X X X X X X
1,5 bis 10	10 J 2 40 J 2	100 4 00	J 2	Metallgehäuse mit Schraubbolzen Nenngleichstrom: 1,5 A für Betrieb ohne Kühlblech bei 100°C Umgebungstemperatur Nenngleichstrom: 10 A für Betrieb mit einem Kühlblech von 120 mm x 120 mm x 3 mm bei einer Umgebungstemperatur von 100°C	10-32 THD. COS1* DIA. BARE TRINNED COFFEE WEE 110-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-
35	10 S 3 40 S 3	100 400	S	Nenngleichstrom: 35 A Der Gleichrichter soll auf einer Kühlfläche montiert sein, die sein Gehäuse auf einer Temperatur unter 125°C hält	1/4"-28 THD. "8 CABLE "10 BOLT HOLE "10 Fig. 15" 1 27" 1 27"
100	10 V 3 40 V 3	100 400	V	Nenngleichstrom: 100 A Der Gleichrichter soll auf einer Kühlfläche montiert sein, die sein Gehäuse auf einer Temperatur unter 125°C hält	HOLE FOR 17 1
250	10 Y 3 40 Y 3	100 400	Y	Nenngleichstrom: 250 A Der Gleichrichter soll auf einer Kühlfläche montlert sein, die sein Gehäuse auf einer Temperatur unter 125°C hält	HOLE FOR 3" DIA, BOLT DIA, BOLT 12" 12" 12" 12" 12" 12" 12" 12" 12" 12"

Typ R für 20 A, Typ T für 50 A, Typ W für 150 A.

Typ X für 200 A auf Wunsch lieferbar.

Alle Typen sind auf Wunsch für 50, 200, 300 V Spitzensperrspannung lieferbar.

Die Typen R, S, V, W, X und Y werden mit positivem oder negativem Pol am Gehäuse hergestellt.

In Deutschland: DR.-ING. JOVY, Groninger Straße 29/35, Leer/Ostfriesland

In Frankreich: SCAIB, 1, rue Lord Byron, Paris VIIIe

In Belgien: Ets. N. BLOMHOF, 27 rue du Berger, Bruxelles 5

Für die übrigen Länder: In Europa: AD. AURIEMA-EUROPE SA, 27 rue du Berger, Bruxelles 5

In Übersee: AD. AURIEMA INC., 85, Broadstreet, New York 4, N.Y.

auch auf einer schwach gekrümmten Kurve lagen, keine Farbe erzeugen würde. Um diesen Gedanken zu verfolgen, wurde in den einen Projektor ein Negativ und in den anderen ein Positiv derselben Aufnahme gebracht. Ein solches Bildpaar ergibt in der grafischen Darstellung eine gerade Linie, die senkrecht zur 45°-Graulinie verläuft. Das Bild ist tatsächlich farblos und zeigt nur die beiden "Farben" der für die Projektion benutzten Lichtquellen und Spuren ihrer Newtonschen Mischung. Wenn also ein Bild vollständig koloriert erscheinen soll, dann muß die Darstellung nach Bild 4 Punkte enthalten, die zweidimensional über eine beträchtliche Fläche in der Darstellung verteilt sind. Aber selbst diese Einschränkung ist nicht ausreichend. Die Punkte müssen in der Darstellung in gewisser Form statistisch willkürlich verteilt sein, wie sie es in jedem natürlichen Bild sind. Der entsprechende Versuch besteht darin, daß man ein "Keilfilter" waagerecht in den Diapositivrahmen des "langwelligen" Projektors einbringt. Die Wirkung dieses Filters verändert die Lichtintensität des Strahls kontinuierlich von links nach rechts. Das bedeutet, daß, wenn der "langwellige" Projektor, der beispielsweise mit rotem Licht arbeitet, eingeschaltet ist, die linke Seite des Projektionsschirms rot und die rechte Seite dunkel ist, mit sämtlichen Helligkeitstönungen der roten Farbe dazwischen. Ordnet man nun ein ähnliches "Keilfilter" senkrecht dazu im "weißen" Projektor an, der an Stelle eines "kurzwelligen" Projektors nach den bisherigen Ausführungen auch benutzt werden kann, dann wäre bei diesem einzeln eingeschalteten Projektor die obere Grenze des Projektionsschirms weiß und die untere schwarz. Werden aber beide Projektoren eingeschaltet, dann entsteht eine große Vielfalt von mehr oder weniger roten Tönungen auf dem Projektionsschirm. Sie sind in strenger Reihenfolge geordnet, und auf dem Schirm erscheint keine Farbe, sondern nur ein rosafarbener Helligkeitsverlauf. Hieraus folgerte Land, daß die Farben in einem natürlichen Bild durch das relative Gleichgewicht längerer und kürzerer Wellenlängen innerhalb des gesamten Bildes bestimmt werden, und zwar unter der Voraussetzung, daß die

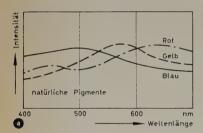
4. Folgerungen hinsichtlich der Farbfernsehtechnik

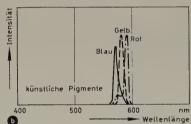
Land stellt in seiner Originalarbeit fest, daß er keinesfalls eine Zweikomponententheorie des farbigen Sehens aufgestellt habe. Wenn in seinen Versuchen ein Wellenlängenband für die Diapositive benutzt wurde, so handelte es sich dabei um Licht sehr vieler diskreter Wellenlängen. Die Landschen Versuche haben allerdings nur zwei Informationsträger zugrunde gelegt. Land hat keine Versuche mit drei Informationsträgern unternommen.

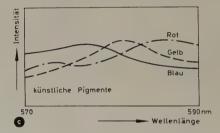
Ein gutes Hilfsmittel zur Beurteilung der Landschen Versuche ist zweifellos die Informationstheorie. Ihre Grundgedanken seien hier vorausgesetzt. Informationstheoretische Untersuchungen betrachten im allgemeinen die gesamte Informations-Übertragungskette vom Geber bis zum Empfänger. Im Bild 7 ist diese Übertragungskette sehr vereinfacht skizziert. Man erkennt, daß zwei Kanäle an der Farbübertragung beteiligt sind, der obere Kanal arbeitet mit dem langwelligen Farbauszug über ein Rotfilter, der untere mit dem kurzwelligen Auszug über ein Grünfilter. Es werden zwei grundsätzlich voneinander unabhängige, jedoch stark korrelierte Negative als Schwarz-Weiß-Ausführung erzeugt, die über ein Umkehrverfahren positive Bilder als lang- beziehungsweise kurzwellige Farbauszüge ergeben. Diese Positive werden mittels je eines Projektors und geeigneter Filter, zum Beispiel im oberen Kanal nur über ein Rotfilter, gemeinsam auf einen Bildschirm projiziert.

Die Theoreme der Informationstheorie besagen, daß bei diesem Versuch zwei Übertragungskanäle mit je einer Signalwandlung existieren. Es entsteht damit die Frage nach der optimalen Entzerrung in jedem Kanal

Die Frage der Beurteilung der Landschen Ergebnisse läuft also darauf hinaus, klar zu erkennen, daß hier zweifellos, da nur zwei Übertragungskanäle zur Verfügung stehen, zwei Signalgruppen relativ einfache Codierungen durchlaufen und nach der Decodierung die Information rekonstruieren. Das Grundprinzip ist also ein echtes Zwei-







lung blauer, gelber und roter Flächen bei Verwendung natürlicher (a) und künstlicher Pigmente (b, c)

Bild 6. Energievertei-

Verhältnisse nach statistischen Gesetzen von Punkt zu Punkt wechseln. Innerhalb breiter Grenzen ergeben die tatsächlichen Werte der Wellenlängen keine Unterschiede, und auch die insgesamt verfügbare Helligkeit der Wellenlängen verändert das nicht. Es ergibt sich hieraus die Unabhängigkeit von Wellenlänge und Farbe. Wenn das Auge bei einem Vergleich längerer und kürzerer Wellen Farbe bemerkt, dann existiert zweifellos dazwischen eine Art Stützpunkt oder Gleichgewichtspunkt, so daß die Wellenlängen einerseits dieses Stützpunktes als langwellig im Sinne der Theorie von Land und die anderen als kurzwellig angesehen werden können. Sehr umfangreiche Untersuchungen zeigten, daß diese Wellenlänge bei 588 nm liegt. Aus den Landschen Versuchen folgt, daß das Auge eine Information über die beiderseitig von dieser Stützpunktwellenlänge liegenden langen und kurzen Wellenlängen des beobachteten Bildes benötigt. Das Auge unterscheidet aber sehr wenig, auf welchen speziellen Spektralbändern diese Information erhältlich ist.

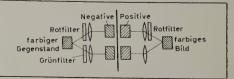
Interessant ist eine hypothetische Betrachtung von Land, die sich auf Bild 6 bezieht. Es ist dort in drei Teilbildern die relative Energieverteilung blauer, gelber und roter Flächen bei Verwendung natürlicher und künstlicher Pigmente und Zugrundelegung einer Koordinatendehnung nach Bild 5 dargestellt. Die üblichen natürlichen Pigmente haben breite Reflexionskennlinien, die bei jeder Wellenlänge des sichtbaren Spektrums noch eine nemnenswerte Energie reflektieren (linke Kurvendarstellung). Pigmente, die nur Licht aus einem Wellenlängenbereich zwischen 570 und 590 nm zu verarbeiten hätten, müßten wesentlich selektiver sein. Die Reflexionskurven solcher künstlichen Pigmente sind in der mittleren Darstellung im gleichen Maßstab und im rechten Bild im gedehnten Maßstab gezeichnet. Sie ergäben aber nach der Theorie von Land dennoch die gesamte Farbenskala.

komponentensystem, wobei die Frage nach den Informationsverlusten der Kette zunächst ungeklärt und praktischen Versuchen vorbehalten bleibt.

Es wurden solche Versuche in Gegenwart kompetenter Fachleute der physiologischen Optik und der Farbmessung durchgeführt, absolut ähnlich den Experimenten, die Land unternahm. Anschließend wurde folgendes festgestellt:

- Die nach der Methode Lands erzeugbaren, im Übertragungsweg nicht vorhandenen Farben weisen nur geringe Farbsättigungswerte auf.
- 2) Es ließ sich zeigen, daß der Versuch nicht allein mit der Erscheinung des simultanen Farbkontrastes zu erklären ist. Darunter ist der Einfluß gleichzeitiger Lichtreizung anderer Netzhautstellen zu verstehen.
- 3) Sobald außer dem Simultankontrast noch die Erscheinung der Farbumstimmung zur Erklärung herangezogen wird, lassen sich die wesentlichen Ergebnisse der Landschen Versuche erklären. Als farbige Umstimmung bezeichnet man die aus der Erfahrung gewonnene Tatsache, daß sich der ursprüngliche Farbeindruck, den man bei Betrachtung eines Gegenstandes von bestimmter Farbe hat, während der Dauer der Betrachtung allmählich ändert, obwohl Farbton, Farbsättigung, Beleuchtung und Beschaffenheit

Bild 7. Skizze der Informations – Übertragungskette nach dem Landschen Verfahren



völlig konstant bleiben. Die Umstimmung beider Augen ist unabhängig voneinander.

4) Besonders wegen der Farbumstimmungseffekte ergibt sich eine Abhängigkeit des Farbtons und auch der Farbsättigung von der Zeit. Der Grad der Sättigung eines Farbreizes nimmt im Verlauf der Umstimmung ab. Dadurch erweisen sich die nach der Methode von Land erzeugbaren Farben als in ihren Farbvalenzwerten nicht konstant.

Aus diesen Erkenntnissen folgt, daß das Zweikomponentensystem von Land kaum geeignet ist, in der derzeitigen Form praktische Bedeutung als etwaige Grundlage für ein neues Farbfernsehsystem zu erlangen. Es entstehen sogar berechtigte Zweifel daran, ob die Theorie von Land das zu liefern imstande ist, was alle Farbtheorien liefern müssen, nämlich eine Erfüllung der Grassmannschen Gesetze und eine Erklärung bestimmter Erscheinungen der Fehlsichtigkeit. Ein technisches Farbfernsehverfahren muß eine weitgehende Unabhängigkeit der Bildwiedergabe hinsichtlich ihrer Qualität von physiologischen und psychologischen Effekten haben, die bei der Auswertung des farbigen Bildeindrucks höchstens dieselbe Rolle wie beim Betrachten des Originalbildes spielen, nicht aber unmittelbar für das Zustandekommen des Eindrucks verantwortlich sein dürfen. Die Wiedergabe farbiger Bilddetails muß von ihrer statistischen Verteilung im Bild unabhängig sein, was bei der Methode von Land jedoch nicht erfüllt ist. Es ist nicht zulässig, daß sich in bewegten farbigen Szenen bestimmte Farbtöne während der Übertragung in bezug auf ihren Farbtonwert und ihre Sättigung ändern. Das wäre bei der Methode von Land auch deswegen der Fall, weil einem farbig umgestimmten Auge eine weiße Fläche in der Gegenfarbe der umstimmenden Farbe erscheint und weil ferner die gegenfarbige Remission eines Gegenstandes gesättigter erscheint als einem neutral gestimmten Auge.

Es ist sicher, daß das Farbensehen des Menschen im Laufe der Evolution ein Stadium des "Zweifarbensehens" durchgemacht hat [8].

In diesem Stadium wurden alle Farben der umgebenden Gegenstände nur hinsichtlich des größeren oder geringeren Anteils langwelliger oder kurzwelliger Strahlen im Spektrum beurteilt. Die ganze Mannigfaltigkeit der sichtbaren Farben reduzierte sich also auf die gelben und blauen Farben. Später verfeinerte sich allmählich der Sehapparat unseres Farbensinnes. Die Theorie von Land hat also eine gewisse evolutionsgeschichtliche Fundierung. Land kann zweifellos auch für sich in Anspruch nehmen, daß seine Versuche Ursache dafür waren, daß sich die Fachwelt, die sich mit dem Farbensehen zu befassen hat, in vielen Sparten noch einmal gründlich mit der Notwendigkeit auseinandersetzte, tatsächlich auf das Dreikomponentensystem zurückzugreifen. Im Hinblick darauf besteht Ursache, die wissenschaftliche Arbeit von Land als einen Beitrag zur Theorie des Farbensehens aufzufassen, der zum Beispiel den Entwicklern der modernen Farbfernsehtechnik zeigte, daß der eingeschlagene Weg der richtige ist.

Schrifttum

- [1] Die schlafende Schönheit. Der Spiegel Bd. 13 (1959) Nr. 33, S. 57-60
- [2] Land, E. H.: Experiments in color vision. Scientific American (1959)
 S. 84-94, 96, 99
- [3] Land, E. H.: Expérience de E. H. Land sur la vision des couleurs. Revue de l'UER (1959) Nr. 10, S. 32-33
- [4] Die Farbversuche von Dr. Land umstritten. Funkschau Bd. 31 (1959) Nr. 18, S. 889
- [5] Walls, E. J.: History of three-color photography. New York 1925
- [6] Fox, W. F., u. Hickey, W. F.: Farbiges Stummfilm-System. USA-Patent (1914)
- [7] Bernardi, A.: Farbfilmsystem. Britisches Patent (1929)
- [8] Krawkow, S. W.: Das Farbensehen. Berlin 1955, Akademie-Verlag
- [9] Neue Theorie des Farbsehens. Angewandte Chemie Bd. 71 (1959) Nr. 17, S. 291
- [10] Schober, H.: Das Sehen. Darmstadt 1950, Markewitz-Verlag

(eingegangen am 5. November 1959)



NH₃-Maser auf dem Markt*

DK 621.375.9.029.64:546.171.1

Nachdem 1956 ein Caesium-Frequenznormal (Atom-Uhr) auf dem Markt erschien [1, 2, 3], wird jetzt bekannt, daß auch ein Ammoniak-Frequenznormal (NH₃-Maser oder Molekül-Uhr) angeboten wird [4, 5], und zwar für 7000 \$ von der Firma *Polytechnic Research and Development Co.* (*PRD*), Brooklyn, N.Y. Es wiegt 10 kg und hat ein Volumen von 7 l.

Mögliche Anwendungsgebiete des NH₃-Masers sind Dopplernavigation, Navigation und Steuerung von Raumfahrzeugen, kodierte Nachrichtenverbindungen. Der NH₃-Maser soll ferner als Forschungshilfsmittel für die Überprüfung bestehender und neuer Theorien in Physik, Chemie und Astronomie dienen.

Im $\mathrm{NH_3}$ -Maser wird ein $\mathrm{NH_3}$ -Molekülstrahl dazu benutzt, Energie in einen Hohlraumresonator zu transportieren und diesen dann zu Schwingungen anzuregen. Der Resonator ist dabei auf die Frequenz der Ammoniak-(3,3)-Inversionslinie bei 23 870 MHz (1,25 cm Wellenlänge) abgestimmt.

Technologisch war der NH₃-Maser schwieriger als der Cs-Resonator zu beherrschen, bedingt durch die erforderlichen erheblichen Ammoniakmengen, die eine laufende Vakuumpumpe großer Sauggeschwindigkeit verlangten. Erst nachdem das NH₃ im Strahl mit größerem Nutzeffekt verwendet und das bereits benutzte Ammoniak im geschlossenen Kreislauf wieder zurückgewonnen werden konnte, erschien ein betriebsfertiger NH₃-Maser auf dem Markt.

Der NH₃-Maser enthält einen Mikrowellenoszillator und ist damit ein aktives Frequenznormal. Ein Cs-Strahl-Gerät hingegen ist ein passives Frequenznormal (Resonator), in dem eine in den Mikrowellenbereich hinein vervielfachte Quarzfrequenz mit einem Regelvorgang an eine Resonanzfrequenz des Cs-Atoms "angebunden" wird. Die geregelte Quarzfrequenz dient dann als "aktives" Frequenznormal.

Das NH₃-Molekül hat die Form einer flachen Pyramide (Bild 1), in der das N-Atom dem gleichseitigen Basisdreieck der H-Atome zentral gegenübersteht. Das N-Atom kann dabei zwei Gleichgewichtslagen einnehmen; es kann sich entweder auf der einen oder der anderen Seite des Basis-

*) Maser = microwave amplifier by stimulation of emitted radiation = Mikrowellenverstärker mit erzwungener Strahlungsemission

dreiecks aufhalten. Den Wechsel zwischen diesen beiden Gleichgewichtslagen nennt man Inversion. Hierbei werden die Schwingungsvorgänge des Moleküls, die in den beiden Gleichgewichtslagen vorkommen, verkoppelt. Es gibt also zwei verschiedene Arten von NH₃-Molekülen, deren Energiestufen sieh geringfügig unterscheiden und deren Übergangsfrequenz im Mikrowellenbereich liegt.

Zur Schwingungserzeugung wird ein $\mathrm{NH_{3}\text{-}Strahl}$ durch eine elektrostatische Fokussiereinrichtung nach Bild 2 hindurchgeleitet, die die

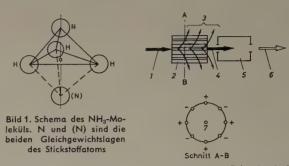


Bild 2. Prinzip des NH_3 -Masers. $1=NH_3$ -Strahl, 2= Fokussiereinrichtung, 3= aussortierte Teilchen im niedrigeren Energiezustand, 4= Teilchen im höheren Energiezustand, 5= Resonator, 6= Mikrowelle, 7= NH_3 -Strahl

Moleküle mit größerem Energieinhalt in Richtung der Strahlachse zusammendrängt und die mit kleinerem Energieinhalt nach außen hin ablenkt. Die im Resonator ankommenden Moleküle gehen dort — bei Vorhandensein nur geringer Energie der NH₃-Inversionsfrequenz — in den anderen (niedrigeren) Energiezustand über und geben die Energiedifferenz kohärent (gleichphasig) an den Hohlraum ab. Es entstehen dabei Schwingungen mit einer Frequenz, die extrem genau eingehalten wird und die besonders für Uhrenzwecke (Molekül-Uhr) geeignet ist.

In dem PRD-Gerät [4, 5] sind mehrere Gramm sehr reinen Ammoniaks als Flüssigkeit in einem Vorratsbehälter untergebracht (Bild 3). Der NH $_3$ -Dampfdruck oberhalb der flüssigen Phase ist etwa 20 at bei 50°C Arbeitstemperatur. Beim Verbrauch des NH $_3$ -Gases sinkt der Flüssig-

SR 2 SR 3 SR 4 CERBERUS ELEKTRONENRÖHREN In WEnd

CERBERUS KALTKATHODENRÖHREN

für zuverlässige elektronische Geräte

Präzisionsstabilisatoren SR 2 - SR 4

Ausgezeichnete zeitliche Konstanz, grosser Stabilisierungsbereich, hoher Spitzenstrom, kleine Fabrikationsstreuungen und kleiner Innenwiderstand sind die hervorstechendsten Merkmale der Cerberus Präzisionsstabilisierungsröhren.

Ein eingebauter Vorionisator gewährleistet einwandfreie Zündung auch in völliger Dunkelheit.

Die zweite Anode der Röhren SR 2 und SR 3 gestattet die Vermeidung von Zündüberspannungen.

Technische Daten	SR 2	SR 3	SR 4
Zündspannung V _Z	max V 135	155	115
Stabilisierte Spannung V _B gemessen bei	V 88 ± 2 mA 30	107 <u>+</u> 3	86 ± 1 1,5
Stabilisierungsbereich	mA 2-80	2 - 80	0,5-5
Regulierung gemessen im Bereich	max V 2 mA 20-40	4 20 – 40	1,5 0,5 – 3
Änderung der Brenn- spannung in 20 000 h	max ± V 1	1	, 1
Sockel	Noval	Noval	Draht- enden

Unsere Kaltkathoden-Relaisröhren: GR 15, GR 16, GR 17, GR 18, GR 19, GR 20, GR 21

Unsere Leistungs-Schaltröhren: HSR 11, HSR 21

Gerne stellen wir Ihnen ausführliche Unterlagen über Stabilisierungsröhren, Relaisröhren, Leistungs-Schaltröhren und Signalglimmlampen mit langer Lebensdauer zu.

In Westdeutschland:

Enatechnik, Alfred Neye, Darmstadt, Rheinstraße 3 · Telefon 76369
Fernschr. 04-19357

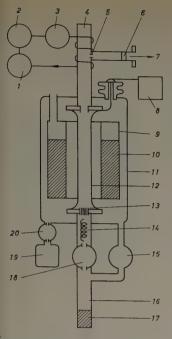


Bild 3. Aufbau des NH₃-Masers nach Johnson. 1 = Wasserpumpe, 2 = Heizer, 3 = Temperaturregler, 4 = Hohlraumresonator, 5 = Blende, 6 = Saphirfenster, 7 = Mikrowellenausgang, 8 = Hochspannungszuführung, 9 = Kühler, 10 = flüssige Luft, 11 = Außenmantel, 12 = Fokussiereinrichtung, 13 = Düse, 14 = Kapillare, 15 = Nebenventil, 16 = Vorratsgefäß, 17 = flüssiges NH₃, 18 = Hauptventil, 19 = Ionenpumpe, 20 = Ventil

keitsspiegel, wobei der Gasdruck so lange konstant bleibt, wie noch Flüssigkeit vorhanden ist. Dadurch ist eine einfache Druckregelung gegeben. Der NH₃-Strahl von etwa 3·10⁷ Molekülen je Minute ist durch die Abmessungen einer zwischen Vorratsgefäß und Düse eingeschalteten Kapillare bestimmt. Nach Ausrichtung in der Düse tritt der NH₃-Strahl in die Fokussiereinrichtung ein, die aus acht auf einem Kreisumfang gemäß Bild 2 angeordneten parallelen Nickelstäben besteht. Zwischen zwei benachbarten Stäben liegen 8 kV Gleichspannung.

Der Temperaturkoeffizient der Frequenz des Hohlraumresonators ist

1,4 · 10⁻⁶/°C (bei 50°C). Das Resonatorinnere ist mit Kupfer plattiert und der Mikrowellenausgang mit einem Saphirfenster vakuumdicht nach außen abgeschlossen. Im Betrieb wird der Hohlraumresonator mit Hilfe eines temperaturgeregelten Wasserkreislaufs auf einer Temperatur von 50°C gehalten. Gleichzeitig ist die Resonatortemperatur zur Abstimmung der Maser-Frequenz verwendbar; je °C verschiebt sich die Maser-Frequenz relativ um 2 · 10⁻⁹. Da die Temperaturwelligkeit infolge der Temperaturregelung \pm 0,1°C ist, schwankt die Maser-Frequenz infolgedessen um \pm 2 · 10⁻¹⁰. Der NH₃-Maser kann für etwa fünf Tage im Dauerbetrieb laufen; nach dieser Zeit ist das NH₃-Gefäß leer. Der größte Teil des NH₃ ist dann im Kühler ausgefroren. Zur Regenerierung des NH3 wird der flüssige Stickstoff (-195,8°C) aus dem Kühlgefäß entleert, dafür das NH₃-Vorratsgefäß in ein Gefäß mit flüssigem Stickstoff gesetzt und dabei das Nebenventil geöffnet. Das Ammoniak verdampft dann von der Kühlerinnenwand und friert im Vorratsgefäß wieder aus. Nach Schließen des Nebenventils und Zurücknahme des flüssigen Stickstoffs von der Vorratsgefäßwand in den Kühler ist der Maser wieder für fünf Tage betriebsfähig. Die NH₃-Regenerierung dauert etwa eine Stunde.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Fernhaltung von Fremdgasen gelegt, die zum Beispiel unreines Ammoniak enthält. Auch ungeeignete Baustoffe, unzureichende Entgasung der Bauteile oder Lecks führen zu Verunreinigungen. Das Ammoniak wurde mehrmals einer fraktionierten Destillation unterworfen. Die für den Bau des Gerätes verwendeten Materialien sind nichtrostender Stahl, Invar, Kupfer und Nickel; zu Isolationszwecken dient Keramik. Metallverbindungsstellen wurden mit Kupfer in einer Wasserstoffatmosphäre hartgelötet. Einige Verbindungsstellen wurden nach dem Heliarc-Verfahren zusammengeschweißt. Vor der ersten Inbetriebnahme wurde das ganze Gerät bei laufender Vakuumpumpe für mehrere Stunden bei 550°C ausgeheizt. Trotz dieser Vorsichtsmaßnahmen ist der Einbau einer Getter-Ionenpumpe in das fertige Gerät noch erforderlich.

Die wichtigsten Gerätedaten sind:

Frequenz 23870,1924 MHz

Relative Einstellgenauigkeit der Maser-Eigenfrequenz

besser als 5 · 10⁻⁹

Frequenzkonstanz besser als $2 \cdot 10^{-10}$ (Dieser Wert ist bei Verwendung

eines Doppelresonators und einer geeigneten Temperaturregelung desselben auf 1 · 10^{-11} zu verbessern)

Verbrauch an flüssigem Stickstoff 0,25 l/h

Schrifttum

- [1] Awender, H.: Atom-Uhren, Molekül-Uhren. Radio-Mentor Bd. 23 (1957) Nr. 10, S. 675-681 u. Nr. 11, S. 734-736
- [2] Mainberger, W. A.: Primary frequency standard using resonant caesium. Electronics (Engng. Ed.) Bd. 31 (1958) Nr. 45, S. 80-85, referiert in Elektron. Rdsch. Bd. 13 (1959) Nr. 3, S. 97-98
- [3] Meyer, J. W.: The solid-state maser a supercooled amplifier. Electronics (Engng. Ed.) Bd. 31 (1958) Nr. 17, S. 66-71, referiert in Elektron. Rdsch. Bd. 12 (1958) Nr. 10, S. 350-352
- [4] Maser is here for sale. Electronic Design, 19. März 1958 (PRD)
- [5] Johnson, S.: A sealed off maser. Proc. 12. Annual Symposium on Frequency Control, Mai 1958, S. 570-575 (PRD)

H. Awender





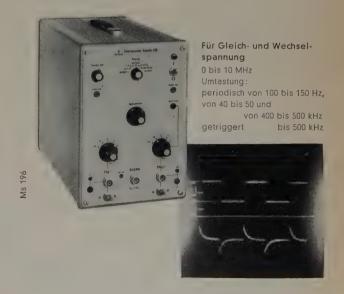
Mehrere Meßvorgänge

gleichzeitig mit einem Einstrahloszillographen darzustellen, ermöglichen

Elektronische Schalter

Unsere Schalter geben hierbei ein immer klares und flimmerfreies Bild, weil sie außer durch periodisches Umtasten auch getriggert von der Zeitablenkung des Oszillographen gesteuert werden können. Besonders vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bietet der Elektronische Schalter für \approx , mit dem man auch den Gleichspannungsanteil einer Wechselspannung messen kann.

Druckschrift SH 7072 auf Wunsch



SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT

WERNERWERK FOR MESSTECHNIK



PARIS
19 · 23
Februar
1960

internationale Ausstellung elektronischer Bauelemente

Die grösste technische Gegenüberstellung der Welt auf dem Gebiete der Elektronik

Zugelassenes Reisebüro : "Compagnie Internationale des Wagons-Lits Cook"

FÉDÉRATION NATIONALE
DES INDUSTRIES FLECTRONIQUES
FRANÇAISES

(F.N.I.E.) 23, rue de Lübeck, PARIS 16° Tél.: Passy 01-16



Über 17500 Einheiten der Welthandelsflotte sind zur Zeit mit Radaranlagen ausgerüstet, von denen die *Decca* über 9000 Anlagen erstellte. Unter diesen befinden sich rund 300 Flußradar-Anlagen des Typs "214". In Deutschland haben 1200 Handelsschiffe Radargeräte. Davon wurden über 850 gemeinsam von der *Debeg* und der *Decca* erstellt; über



50 Schiffe enthalten hier die bewährte Flußradar-Anlage "214". Diese Zahlen erfuhr man am 19. 11. 1959 in Duisburg, als die Decca Radar Ltd., London, gemeinsam mit der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie mbH (Debeg) die neue Decca Flußradar-Anlage "215" vorführte. Gegenüber dem Typ "214" enthält die Neuentwicklung wesentliche Verbesserungen. Sieben Entfernungsbereiche (400 m, 800 m, 1200 m, 1600 m, 2 km, 5 km, 10 km) erlauben eine weitgehende Anpassung an die jeweils bestehende Verkehrssituation. Durch die jetzt mögliche Verschiebung des Bildmittelpunktes um den halben Radius nach rückwärts ist weiterhin noch anderthalbfache Sicht voraus ohne Verkleinerung des Bildmaßstabes möglich.

Von dem Magnetron des Senders wird eine Impuls-Spitzenleistung von $20~\mathrm{kW}$ zur Verfügung gestellt. Die Arbeitsfrequenz ist $9375\,\pm\,30~\mathrm{MHz}$ (etwa 3 cm Wellenlänge), die Impulsfolgefrequenz 1000 Hz. Die Impulsdauer läßt sich bei der neuen Anlage von 0,05 µs auf 0,15 µs umschalten, wobei (insbesondere für die Weitab-Bereiche wichtig) der lange Impuls stärkere Echos ergibt. Eine wesentliche Verbesserung ist ferner ein variabler elektronischer Klarzeichner, der auf dem Bildschirm eine verschärfte Konturenzeichnung der Objekte bringt. Sehr wesentlich ist weiterhin die jetzt erreichte extreme Nahauflösung von besser als 10 m. Im Verein mit dem neuen 400-m-Bereich (früher kleinster Bereich 800 m) ist durch die Verbesserungen nun auch für enge Stellen, Schleusendurchfahrten u. dgl. ein sehr übersichtliches großes Radarbild auf dem 23 cm großen Bildschirm erreichbar. Im genannten Bereich entspricht 1 cm auf dem Schirm etwa 35 m in der Natur. Durch Aufsetzen einer 1,7fach vergrößernden Lupe läßt sich zusätzlich der Bildmaßstab sogar noch etwa auf 1:2000 bringen (1 cm Schirmbild gleich etwa 20 m in der Natur). Aber auch viele andere Einzelheiten der neuen Flußradar-Anlage sind noch weitgehender den Bedürfnissen der Praxis angepaßt worden. So ist eine Vorausanzeige vorhanden, die auf dem Bildschirm als dünne Linie den eigenen Kurs einblendet. Innerhalb von 15 Sekunden nach dem Anschalten der Antenne erfolgt die Kurslinieneinstellung mit einer Toleranz von \pm 5° automatisch. Bei niedrigen Brückendurchfahrten, bei denen der Antennenmast umgelegt werden muß (eine besondere Kippmast-Ausführung läßt sich leicht und schnell durch einen Mann umlegen und wieder aufrichten), kann die Anlage auch auf "Bereit" geschaltet werden, so daß anschließend sofortiger Einsatz einschließlich der Kurslinienausrichtung gewährleistet ist.

Viel Sorgfalt wurde auf die Konstruktion der Drehantenne (2 m Spannweite) gelegt. Sie hat eine horizontale Bündelung von besser als 1,2° (Halbbreite) und eine hohe Nebenzipfeldämpfung (besser als 25 dB innerhalb \pm 10° vom Hauptstrahl und besser als 32 dB außerhalb \pm 10° vom Hauptstrahl und besser als 32 dB außerhalb \pm 10° vom Hauptstrahl). Durch eine den aerodynamischen Verhältnissen entsprechende Formgebung des Parabolzylinders der Antenne konnte selbst bei Windgeschwindigkeiten von 120 km/h eine gleichmäßige Rotation von 24 U/min erreicht werden.

Die gesamte Anlage besteht aus fünf Einheiten, und zwar der Drehantenne mit Getriebekasten, dem Sender-Empfänger (Abmessungen des Gehäuses $609 \times 432 \times 266$ mm), dem platzsparenden ($598 \times 459 \times 375$ mm) Sichtgerät für Wand- oder Ständermontage mit übersichtlich angeordneten Bedienungsorganen sowie der Stromversorgungsanlage, bestehend aus einem kleinen 420-W-Umformer ($279 \times 457 \times 216$ mm) zum Anschluß an das Bordnetz und zusätzlichem Spannungsregler. Sowohl der Sender-Empfänger als auch das Sichtgerät enthalten gedruckte Schaltplatinen. Für den Service sind alle Einzelteile leicht zugänglich und auswechselbar. Die Leistungsaufnahme der gesamten Anlage aus dem Gleichstrom-Schiffsnetz ist bei voller Belastung etwa 1,1 kW. Als Zusatzgerät zur Radaranlage ist ein Wendezeiger (zwei verschiedene Typen) erhältlich, der die Wendegeschwindigkeit des Schiffes ab 5°/min anzeigt.

ANGEWANDTE ELEKTRONIK

Rastrelais "T rls 156"

Die Eigenart dieses Relais (Siemens & Halske AG) liegt in der mechanischen Rastung. Sie besteht aus einer Sperre,



Sie besteht aus einer Sperre, die in Ruhestellung die Kontakte offenhält. Bei Erregung des Relais löst sich die Sperre, und die Kontakte werden durch Federkraft geschlossen, das heißt in ihre Arbeitsstellung gebracht. Nach entsprechender Betätigung durch Schlüssel, Klinke, Taste, Schalter usw. kann die Sperre eingerastet und damit die Ruhestellung wiederhergestellt werden. Die Relais sind mit mechanischer Rastung für Gleichspannung und bei Tastbetrieb auch für Wechselspannung, lieferbar. Sie können mit drei einpolig verbundenen Arbeitsoder Ruhekontakten oder mit zwei Arbeitskontakten und einem Ruhekontakt (einpolig verbunden) bestückt werden. Besondere Merkmale sind geringer Raumbedarf, einfache Einbaumöglichkeit und beliebige Arbeitslage.

ELRU-Information 852

Selbstjustierende Schweißelektrode

Bei der hochfrequenten Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe sind die vielfältigen Toleranzen der Folien, des Pressenplattenpaares und der Elektrode nicht nur die Ursache für Durchschläge und Fehlschweißungen, sondern oft auch der Anlaß für eine unerwünschte Einsinktiefe der Werkzeuge in das Schweißgut. Die starren Druckelemente der Schweißwerkzeuge erfordern eine präzise Vierpunkt-Justierung und zusätzlich noch einen lokalen Toleranzausgleich. Damit lassen sich jedoch nicht die Toleranzen beseitigen, die durch die variable Arbeitstemperatur in dem Schweißpressensystem einerseits und die unterschiedlichen Folienstärken andererseits gegeben sind. Mit den bekannten elektrischen und schweißtechnischen Hilfsmitteln ist es nicht möglich, die vorgenannten Schweigrigkeiten ausreichend zu beheben. Die Körting Radio Werke GmbH bringt zur Behebung dieser Schweirigkeiten jetzt als Neuheit eine selbsttätig ausgleichende Elektrodenbauart heraus, deren System unvermeidbare Toleranzen in Folien, Elektrode und Druckplattenpaar im Gesamtschweißfeld bei gleichmäßigem Schweißdruck behebt. Dieses System hat den Vorteil, bei geringer Druckanwendung gefahrlos mit hoher Leistung einwandfreie Schweißungen in kürzester Zeit zu erreichen.

ELRU-Information 853

Stetoset "HZS 13" und "HZS 14"

Zum Abhören stereophoner Schallaufnahmen wird immer häufiger eine möglichst leichte, kleine Hörergarnitur gefordert. Unter der Typenbezeichnung "HZS 14" hat Sennheiser electronic eine diesen Anforderungen gerecht werdende kleine Hörergarnitur geschaffen, die mit zwei magnetischen Systemen bestückt ist. Für Mono-Wiedergabe ist die Ausführung "HZS 13" mit nur einem Kleinhörersystem bestimmt, das dann beide Schall-Leitungen zum Ohr speist.

ELRU-Information 854

Strahlungsmeßgerät mit Mittelwertanzeige "PW 4041"

Dieses Philips-Gerät der Elektro Spezial GmbH wird in Verbindung mit einem GM-Zählrohr bevorzugt angewandt, wenn eine sofortige Bestimmung der Strahlungsintensität radioaktiver Präparate erwünscht ist oder mung der Strahlungsintensität radioaktiver Fraparate erwinscht ist oder die Messung der zeitlichen Änderung der Impulsrate gegenüber der absoluten Bestimmung des Augenblickswertes gefordert wird. Ein mittels Glimmstrecken stabilisierter Kaskadengleichrichter liefert die zwischen 250 und 1300 V einstellbare Spannung für das GM-Zählrohr. Die von 250 und 1300 V einstellbare Spannung für das GM-Zählrohr. Die von diesem gelieferten negativen Impulse werden nach Verstärkung in einem nachgeschalteten Impulsformer in rechteckige, positive Impulse von gleicher Amplitude und Dauer umgewandelt, die im anschließenden Integrationskreis eine der Impulshäufigkeit proportionale Gleichspannung erzeugen. Die am Meßkondensator auftretende Spannung ist somit der zeitliche Mittelwert und wird von dem eingebauten Röhrenvoltmeter angezeigt. Die fünf Meßbereiche zwischen 0...300 Imp/min und 0 bis 30000 Imp/min werden durch Ändern der Kapazität des Meßkondensators eingestellt. Zur akustischen Anzeige lassen sich die Impulse auf den eingebauten Lautsprecher geben. Der Ausgang des Gleichstrom-Endverstärkers ist mit einem Anschluß für Registriergeräte versehen (1500 Ω : 0...1 mA; 400 Ω : 0...5 mA; \geq 12 k Ω : 0...0,7 V). Weitere technische Daten: Eingangsempfindlichkeit 0,7 Vs, Eingangsimpedanz 1 M Ω , Anzeigefehler \pm 2% vom Skalenendwert, Zeitkonstante einstellbar auf 3, 10 und 30 s. und 30 s.

ELRU-Information 855

Stereo-Tonabnehmer "DST"

Der mechanische Anschluß dieses Stereo-Tonabnehmers der Firma G. Neumann ist so gestaltet, daß er mit allen Studio-Abspieleinrichtungen zusammenarbeiten kann, die für Einkanal-Betrieb mit einem Ortofonder EMT-Tonabnehmer bestückt sind. Der Stereo-Tonabnehmer "DST" ist mit zwei hochwertigen dynamischen Systemen ausgerüstet, die auch so



Silizium-Transistoren Silizium-Dioden Silizium-Zener-Dioden Silizium-Leistungs-Gleichrichter

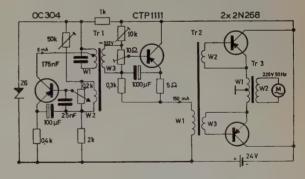
sowie:

Germanium-Transistoren Germanium-Flächendioden



Anwendungsbeispiel:

50 Hz Generator $N_A = 50$ W, $U_A = 220$ V \sim



Der Generator gestattet den Betrieb von Tonband- und Phono-Geräten, die für Netzanschluß ausgelegt sind, aus 24-V-Akkus, z.B. in Fahrzeugen.

Ausführliche technische Angaben über das gezeigte Anwendungsbeispiel vermittelt unsere Druckschrift B 7

INTERMETALL

Gesellschaft für Metallurgie und Elektronik mbH

Verw.: Zimmerstraße 19-29

DÜSSELDORF

Ab Januar 1960: Freiburg/Brsg., Hans-Bunte-Straße 19

zusammengeschaltet werden können, daß der Tonabnehmer lediglich Seitenschrift abtastet. Der rohrförmige Nadelträger trägt außer der Abtastnadel auch direkt die beiden Schwingspulen der Systeme. Infolge der engen mechanischen Kopplung werden Teilschwingungen der aktiven Leiter der Systeme innerhalb des Übertragungsbereiches vermieden. Die Systeme folgen damit exakt der Bewegung der Nadel, was zur Erzielung ausreichender Übersprechdämpfung erforderlich ist. Diese Anordnung in Verbindung mit einer Gummidigmutung ergibt, vor allem auch noch bei Verbindung mit einer Gummidämpfung ergibt vor allem auch noch bei hohen Frequenzen hohe Werte für die Übersprechdämpfung. Technische Daten: Frequenzbereich 30...15000 Hz ± 2 dB, Empfindlichkeit 0,15 mV cm⁻¹ s⁻¹, Übersprechdämpfung > 25 dB, Quellwiderstand etwa 18 Ω , Rückstellkraft etwa $3 \cdot 10^{-2} \, \text{g/}\mu$.

ELRU-Information 856

Koaxiales UHF-Relais "SHR"



Die Schaltprobleme in der Antennentechnik führten bei Wisi zu der Entwicklung dieses Hochfrequenzrelais, das auch den Anforderungen der Koaxialtechnik Rechnung trägt. Es ist für Frequenzen bis 3000 MHz bei 60 Ω Wellenwiderstand geeignet, hat im Bereich bis 2000 MHz < 2.5%im Bereich bis 2000 MHz < 2,3%
Durchgangsreflexion und vermag bis
etwa 30 W Leistung zu schalten. Die
Übersprechdämpfung ist bis 500 MHz
> 50 dB, bis 1000 MHz > 40 dB.
Eine elektrisch einwandfreie Kompensation des HF-Teils ermöglichte es,

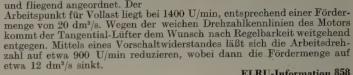
den Anwendungsbereich zu erweitern, so daß das UHF-Relais sowohl zum Umschalten von Sende- und Empfangsantennen in den Fernsehbändern I bis V als auch für Prüffeld- und Labormessungen geeignet ist. Das Relais (Ansprechzeit etwa 20 ms, Umschaltzeit etwa 10 ms) nimmt bei Wechselstromerregung etwa 7 VA und bei Gleichstromerregung etwa 2 W Leistung auf. Auf Wunsch ist dieses Relais auch mit Kontakten für die Rückmeldung oder für zusätzliche niederfrequente Schaltvorgänge lieferbar.

ELRU-Information 857

Tangential-Lüfter "TL 6/0606-2815a"

Die wirtschaftliche Anwendung eines besonders interessanten Querstromprinzips zeichnet diesen Tangential-Lüfter, System Eck-Laing, der Standard Elektrik Lorenz AG aus. Gegenüber Axial-Lüftern bisheriger Bau-

art mit vergleichbarer Leistung kann man bei Lüftern nach dem Tangential-Prinzip mit erheblich geringeren Drehzahlen arbeiten, so daß sich als einer der wichtigsten Vorteile des Tangential-Lüfters ein nahezu geräuschloser Lauf ergibt. Zum Antrieb des Lüfters dient ein Spaltpolmotor runder Bauform mit dynamisch ausgewuchtetem Läufer. Die Rotoren sind auf die Wellenstümpfe aufgepreßt und fliegend angeordnet. Der



ELRU-Information 858

Metallschichtwiderstände

Der Fortschritt der kommerziellen Technik verlangt einen Widerstand, der die Eigenschaften eines Kohleschichtwiderstandes hat, aber den Temperaturkoeffizienten eines Drahtwiderstandes aufweist. Außerdem soll dieser Widerstand auch bei hohen Umgebungstemperaturen eingesetzt werden können. Die Firma Resista hat einen neuen Metallschichtwiderstand entwickelt, dessen Schicht aus einem Edelmetallfilm besteht.

ELRU-Information 859

"Tropyfol"-Kondensatoren

Kleinkondensatoren zählen heute zu den wichtigsten Bauelementen elektronischer Geräte. Bei den WIMA-"Tropyfol"-Kondensatoren der Firma Wilhelm Westermann handelt es sich nicht um Folienkondensatoren. Die Aluminiumbeläge sind vielmehr auf das Dielektrikum aufgedampft, und ein besonderes Herstellungsverfahren gestattet es, die spezifische Spannungsfestigkeit des Dielektrikums voll auszunutzen. Diese Kondensatoren sind unter normalen Betriebsbedingungen vollständig feuchtigkeitssicher. Die hochwertigen Eigenschaften des Dielektrikums werden durch eine nach dem Gießverfahren hergestellte, festhaftende Umhüllung aus einem Epoxyd-Harz nachhaltig konserviert. Innerhalb des Betriebstemperaturbereiches —55° C...+125° C. (kurz-Innerhalb des Betriebstemperaturbereiches -55° C...+125° C (kurz-



jede Borste kostet bares Geld

Metallteile durch Abbürsten, Abwischen oder Abschwammen zu reinigen, um einwandfrei metallreine Oberflächen zu erzielen, ist unwirtschaftlich.

Die dazu notwendigen Personalausgaben und der erhöhte Raumbedarf stehen in keinem Verhältnis zur gewonnenen Leistung: die in der Oberfläche verankerten Schmutzteile werden nicht restlos beseitigt.

ULTRASCHALL dagegen kann diese Oberflächenreinigung mit wenig Arbeitskräften und geringem Raumbedarf durchführen. Mechanische Schwingungen mit Frequenzen von über 20000 Hz entfernen spontan alle anhaftenden Schmutzpartikel und Rückstände auch aus Vertiefungen, Bohrungen und Höhlungen. Die Ultraschall-Reinigung ist durch ihren rationellen Einsatz heute aktueller denn je. Ultraschall gibt eine Garantie für Sauberkeit und Fettfreiheit. Die Ultraschall-Reinigung eignet sich für alle Teile, ohne Größenbeschränkung, in der metallverarbeitenden und optischen Industrie. Jede Ultraschall-Reinigung bringt bares Geld!

Unsere Versuchsanlage steht Ihnen für eine kostenlose Musterbehandlung jederzeit zur Verfügung. Wir senden Ihnen gern ausführliches Informationsmaterial oder lassen Sie durch unsere Spezialisten unverbindlich beraten, die für Sie ebenfalls Angebote ausarbeiten können.



Schoeller & Co. Elektrotechnische Fabrik Abt. Ultraschallgerätebau Frankfurt am Main-Süd

zeitig 150°C) zeigen "Tropyfol"-Kondensatoren auch bei Wechseltemperaturprüfungen im Klimaschrank keine Risse. Die Klimabeständigkeit wird noch durch einen weiteren Überzug aus Desmodur/Desmophen erhöht, der vor allem auch die Betauung verhindert und damit die Entstehung von Krieehstromwegen ausschließt. Der Isolationswiderstand für Kapazitätswerte $\leq 0.02~\mu F$ ist $10^6~M\Omega$, für Kapazitätswerte $\geq 0.02~\mu F$ 20000~s; Verlustwinkel etwa $6\dots 8\cdot 10^{-3}$ bei 800 Hz und 20° C.

ELRU-Information 860

Absoluter Druckmesser mit Ringwaage-Meßwerk



Zur Überwachung von Pumpvorgängen werden seit längerem absolute Druckmesser mit Ringwaage-Meßwerk mit gutem Erfolg verwendet. Rüstet man derartige Geräte zusätzlich mit elektrischen Widerstandsferwerben eder selbtzische lich mit elektrischen Widerstandsferngebern oder elektrischen Grenzkontakten aus, so läßt sich der Meßwert auf getrennte Schreibgeräte übertragen oder direkt zur Steuerung heranziehen. Nach Einbau eines pneumatischen Ferngebers kann das Meßgerät als Geber für pneumatische Schreib-, Steuerungs- und Regelgeräte Verwendung finden. Die J. C. Eckardt AG stellt zwei grundsätzlich verschiedene Ausführungsformen des verschiedene Ausführungsformen des Ringwaage-Meßwerkes her. Für kleine Meßbereiche bis herab zu 0...6 Torr ergibt ein gasfreies Meßwerk eine lineare Skalenteilung. Der An-

eine Imeare Skalenteilung. Der Anzeigefehler ist auch bei Einbau eines pneumatischen Ferngebers $<\pm1\%$ vom Skalenendwert. Für große Meßbereiche mit gespreizter Anfangsteilung ergibt ein Meßwerk mit genau dimensionierter Gasfüllung einen Fehler von $<\pm1\%$. Dieses Meßwerk gestattet es, den ganzen Pumpvorgang zu verfolgen und trotzdem in dem betriebstechnisch wichtigen Bereich kleiner Drücke eine hohe Anzeigegenauigkeit zu erhalten.

ELRU-Information 861

RC-Kombinationen

Diese neuen RC-Kombinationen von Dralowid erfüllen in einfacher Weise die Forderungen nach Bauelementen geringen Raumbedarfs und nach Rationalisierung in der Fertigung. Auf einem keramischen Röhrchen sind in der üblichen Größenordnung ein Widerstand und ein oder zwei Kondensatoren angeordnet. Die Rationalisierung besteht unter anderem in der Ersparnis von Lötstellen. Je nach Ausführung dieser RC-Kombinationen sind bis zu 50% der Lötstellen einzusparen. Zunächst ist die Lieferung von drei RC-Kombinationen vorgesehen: als Katodenkombination für ZF-



erstärker, als Differenzier- und Integrierglieder für Impulsstufen und als Siebglieder für Spannungsversorgungsleitungen.

ELRU-Information 862

Feindraht-Ringpotentiometer mit elektrisch steuerbarer Abhebung des Schleifers



Die Lebensdauer moderner, gut durchentwickelter Feindraht-Potentio-meter erreicht ohne starke Änderung der Genauigkeit bis zu 30 und 40 Millionen Arbeitsspiele. Trotz dieser hohen Lebensdauer gibt es Anwendungsfälle, bei denen der Antrieb des Potentiometers Tag und Nacht spielt, ohne daß während der ganzen Spiel-dauer eine Messung erfolgen muß. Die Messung wird vielmehr nur periodisch über kürzere oder längere Zeit vordas prozentuale Verhältnis von Betriebs- und Meßdauer — ist nur relativ klein.

Für Anwendungsfälle mit relativ kleiner Einschaltdauer hat die Novotechnik GmbH Feindraht-Ringpotentiometer der Typenreihe "AK" (Auflösungsvermögen bis zu 0,1 Winkelgrad, Linearität 0,15%, in Spezialausführung 0,05%) mit elektromagnetischer, fernsteuerbarer Abhebevorrichtung für den Schleifer entwickelt. Der Elektro-Abhebemagnet ist für Dauereinschaltung ausgelegt, und mehrere hunderttausend Betätigungen sind praktisch ohne störenden Einfluß auf die Meßwicklung.

ELRU-Information 863

Kleinschreiber mit pneumatischem Einheitsregler

Dieser Kleinschreiber von Hartmann & Braun eignet sich zum Anschluß an pneumatische Geber mit einem Ausgangsdruck von 0,2...1 kg/cm². Das Gerät kann mit ein bis drei Balgfeder-Meßwerken ausgestattet werden,

Automatischer Abdruck von Zählbeträgen

mit KIENZLE-Zählbetrags-Druckwerk D1

Nun noch universeller!

Grundtypen:

D1E mit Rollenschreibeinrichtung (Druck auf Papierstreifen, Breite 80 mm)

mit Schüttelwagen (Druck in 2 Spalten nebeneinander (Walzenbreite 24 cm)

D 1 SW mit Springwagen (Druck in Tabellenform, Walzenbreite 32, 45 oder 62 cm)

5 bis 14 Ziffernstellen Stellenzahl:

Sondereinrichtungen: Numerateur

Datiereinrichtung

Schwarz-Rot-Umschaltung Meßstellenumschalter gekoppelt mit Wagen Sondergravuren

Eigenschaften: Parallelabdruck

> Geschwindigkeit beim Druck auf Papierstreifen max. 3 Zeilen

pro Sekunde

mechanischer Grundaufbau seit

lahren bei

Buchungsmaschine bewährt

Verwendung: Abdruck von Zählbeträgen aus dekadischen, elektronischen

Zählern, Ziffernspeichern u. a.



KIENZL

KIENZLE APPARATE VILLINGEN - SCHWARZWALD von denen bis zu zwei Werke zur Registrierung (ein Meßwerk davon gleichzeitig auch anzeigend) verwendet werden können, während das dritte Meßwerk einen weiteren Meßwert anzeigt. Der Antrieb des Schreibstreifens mit 100 mm nutzbarer Schreibbreite erfolgt durch einen Exsynchronmotor für 24 V, 50 Hz, oder durch eine von einer elektropneumatischen Mutteruhr gesteuerte pneumatische Uhr.

Durch zusätzlichen Ein- oder Anbau weiterer Bauteile läßt sich der Kleinschreiber zu einem pneumatischen Einheitsregler mit Registrierung erweitern. Der Einheitsregler kann als PI- oder PID-Regler ausgeführt werden. Er arbeitet nach dem Prinzip des Kraftvergleichs. Die Baugruppen sind als nach dem Baukastensystem ausgebildete Steckeinheiten jederzeit austauschbar und erlauben auch während des Betriebes andere Kombinationen.

ELRU-Information 864

Transistor-Zähler "TRZ 5 VA"

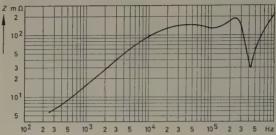
Während für Frequenzen bis etwa 12 Hz noch Schrittschalter oder serienmäßig hergestellte Relais-Zähldekaden verwendbar sind, werden für höhere Impulszahlen elektronische Zähler benötigt. Einen Zähler, der ausschließlich mit Transistoren bestückt ist, stellt die Firma Franz Baumgartner vor. Dieser Transistor-Zähler ist für Rechteck-Impulse oder verformte Impulse im Frequenzbereich 0...40000 Imp/s geeignet und löst bei Erreichen einer vorgewählten Impulszahl zwischen 0...40000 einen Schaltvorgang aus.



ELRU-Information 865

Ansicht des Transistor-Netzgerätes "telestabi"





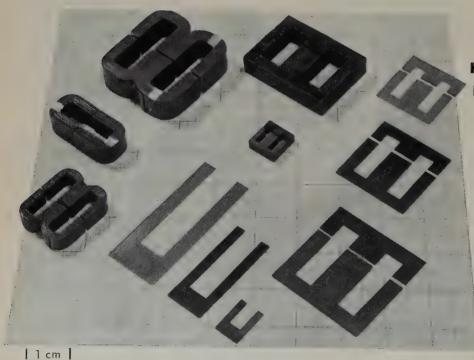
Innenwiderstand des "telestabi" als Funktion der Frequenz

Transistor-Netzgerät "telestabi"

Für Untersuchungen an Transistor-Schaltungen und anderen elektronischen Geräten benötigen Entwicklungs- und Applikationslaboratorien sowie Prüffelder vielfach eine hochkonstante, sehr niederohmige Gleichspannungsquelle mit genau einstellbarer Spannung. Das "telestabi" der Firma Telejunken kommt diesen Anforderungen in besonders hohem Maße entgegen. Es enthält eine Graetz-Gleichrichterschaltung mit nachgeschaltetem Regelteil hoher Verstärkung. Dadurch wird die Restwelligkeit der Ausgangsgleichspannung im ungünstigsten Falle auf $\leq 50\,\mu\text{V}$ herabgesetzt und ein Gleichstrominnenwiderstand von $\leq 0.02\,\Omega$ erreicht. Der Schein-

widerstand bei 10 kHz ist $\leq 0,1$ Ω , bei 100 kHz $\leq 0,5$ Ω . Die erdfreie Ausgangsgleichspannung läßt sich kontinuierlich in drei geeichten Dekaden zwischen 0,9 V und 31,2 V einstellen; Unsicherheit der Ausgangsgleichspannung $\leq \pm 2\%, \pm 30$ mV, Regelfaktor ≥ 200 . Der vom Verbraucher entnommene Strom wird von einem Drehspulinstrument, das im Regelkreis liegt und daher keine Erhöhung des Innenwiderstandes bewirkt, in vier Meßbereichen (30, 100, 300 und 1000 mA) angezeigt. Besonders interessant ist der automatische Überlastungsschutz für den Verbraucher, der mit dem Meßbereichschalter gekuppelt ist. Dieser Überlastungsschutz besteht aus einem Abschaltrelais, das innerhalb des Regelkreises liegt, so

WEICHMAGNETISCHE WERKSTOFFE



VACUUMSCHMELZE

Kernbleche, verklebte Blechpakete und Schnittbandkerne

für Kleintransformatoren, Übertrager, Magnetverstärker und sonstige Anwendungen aus

M 1040

MUMETALL ®

5000 Z ®

PERMENORM ®

TRAFOPERM ®

R Eingetragenes Warenzeichen

VACUUM SCHMELZE AKTIENGESELLSCHAFT : HANAU

daß der kleine Innenwiderstand an den Ausgangsklemmen erhalten bleibt. Der Überlastungsschutz schaltet den Verbraucher innerhalb von ≤ 8 ms ab, sobald der entnommene Strom über den eingestellten Strommeßbereich hinaus ansteigt. Mit einem besonderen Umschalter kann das Umschalten auch schon bei Überschreiten des halben Stroms des jeweiligen Strommeßbereiches erfolgen. Nach Herabsetzen der Belastung oder Übergang auf den höheren Meßbereich läßt sich das Gerät durch Betätigen der Rückschalttaste wieder einschalten. Werden größere Ströme als 1 A oder höhere Spannungen als 31,2 V benötigt, so können mehrere Netzgeräte parallel oder in Serie geschaltet werden.

ELRU-Information 866

Zweipunktregler "AR-1"—"AR-3"

Der Typ "AR-1" (Gustav Klein Elektro-Gerüte-Bau) ist durch den Einsatz verschiedener Meßfühler als Regler für Spannung, Strom, Drehzahl, Temperatur, Frequenz, Druck- und Lichtstrom geeignet. In Verbindung mit Stelltransformatoren wird er als automatischer Netzspannungsregler je nach Ausstattung als "AR-2" oder "AR-3" gebaut. Diese Regler können bis 50 kVA je Phase für eine Genauigkeit der Ausgangsspannung von ±2% bei einem Frequenzbereich zwischen 45 und 66 Hz ausgeführt werden. werden.

ELRU-Information 867

Einanodengefäß VE 31 für Stromrichter kleiner Leistung



Während sich bei mittleren und gro-Während sich bei mittleren und großen Leistungen Gleichstromantriebe mit Stromrichtern wegen ihrer betrieblichen und wirtschaftlichen Vorteile weitgehend durchgesetzt haben, bedient man sich bei kleinen Leistungen bis etwa 150 kW immer noch vorzugsweise des Maschinenumformers, weil in diesem Leistungsbereich die Anschaffungskosten für Stromrichter und vor allem für die zugehörigen Gittersteuer- und Regeleinrichtungen zu hoch sind. Neben einrichtungen zu hoch sind. Neben dem Steuersatz mit Transistoren hat die Siemens-Schuckertwerke AG für diesen Leistungsbereich unter der Typenbezeichnung VE 31 ein im Aufbau einfaches Einanodengefäß herausgebracht, das für einen Mittel-wert des Anodenstroms vn 30 A be-

messen ist. Es läßt sich in allen Stromrichterschaltungen für Leistungen von 25...220 kW verwenden. Das Gefäß VE 31 hat die bewährte Dauererregung (Excitron-Prinzip) und ist insofern besonders einfach aufgebaut, als auf eine Isolierung der Quecksilberkatode gegen den Vakuumkessel verzichtet wurde, so daß eine isolierte Elektrodeneinführung für die Katode eingespart werden kann. Das Gefäß ist für einen Stromstoß von 90 A ausgelegt und somit auch für Antriebe mit hohen Stoßbelastungen geeignet. Es wird mit seiner Zünd- und Erregereinrichtung, Sperrspannungsquelle und dem Lüfter zu einem Ventilbaustein zusammengebaut. Je nach benötigter Leistung können zwei, drei oder sechs solcher Ventilbausteine in einem Schrank zusammengebaut werden.

ELRU-Information 868

Elektronischer Zähler "5310 H"

Diesen neuen Berkeley-Zähler hat die KIREM GmbH in das Vertriebsprogramm aufgenommen. Der Zähler "5310 H" ist in Form von leicht auswechselbaren, als Steckeinheiten ausgebildeten Baugruppen mit ge-



druckter Verdrahtung ausgebildet und ausschließlich mit Transistoren bestückt. Er erreicht eine Zählgeschwindigkeit bis zu 200 kHz bei einer Zählkapazität von 99999 und ist mit einer in dekadischen Stufen von 1 s...0,01 ms einstellbaren Zeitbasis ausgestattet.

ELRU-Information 869

Elektrolytisches Hygrometer

Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes in Gasen spielt zur Qualitätskontrolle und Betriebsüberwachung in vielen Industriezweigen eine wichtige Rolle. Für solche Aufgaben liefert Beckman Instruments GmbH ein tige Rolle. Für solche Aufgaben liefert Beckman Instruments GmbH ein elektrolytisches Hygrometer als tragbares Modell und als Einbaumodell in Schalttafeln. Bei diesem Gerät strömt das Gas mit einer genau geregelten Durchflußgeschwindigkeit durch eine Kapillare, deren Innenwand mit einer stark absorbierenden Verbindung (Phosphorpentoxyd) ausgekleidet ist. An die Platinelektrode der Kapillare wird eine so hohe Spannung angelegt, daß sich das absorbierte Wasser vollständig elektrolytisch zerlegt. Bei konstanter Durchflußgeschwindigkeit ist die für die Elektrolyse verbrauchte Strommenge ein genaues Maß für die vorhandene Wassermenge. Es lassen sich nach diesem Prinzip Feuchtigkeitsmengen bis zu 1:1000000 feststellen. Das Hygrometer hat ein Relais zur Steuerung einer Alarmvorrichtung, die auf jeden beliebigen Punkt des Meßbereiches einstellbar ist.

ELRU-Information 870



G. HAEBERLEIN

FABRIK FÜR FUNK- UND MESSTECHNIK

München 22. Gewürzmühlstraße 5



Aufnahme der 15-Kanal-Flugsicherungs-Tonband-Anlage

Aus unserem Lieferprogramm:

NF-Pegel-Meßgeräte

HF-Meßgeräte

Geräte für die Dezi- und Centimetertechnik

Flugsicherungs-Kontroll-Anlagen

5-, 15- und 20-Kanal-Tonbandgeräte

Tonbandgeräte in Gestellbauweise für Sonderzwecke (Datenspeicher)

Automatisch ablaufende Tonbandgeräte für eine Speicherung bis zu 3 Minuten

Koaxial-Stecker-Verbindungen nach JANund MIL-Norm

Koaxial-Stecker-Verbindungen nach MIL-Norm auch in Subminiaturgröße aus laufender Fertigung sofort lieferbar

DREHSPUL-MESSRELAIS

SB1 - Drehspulrelais in Miniaturausführuna Abmessungen 36 x 20 mm

> SB2 - Drehspulrelais mit von au-Ben verstellbarem Minimalund Maximalkontakt



SV 10 - Drehspulrelais mit einstellbarem Minimal- u. Maximalkontakt u. Kontakt-Druckverstärkung

Wir liefern weiterhin Relais-Kombinationen sowie Schaltrelais in verschiedenen Ausführungen auch als Steckrelais



OTTENHAUSEN-SAARBRÜCKEN · TEL. 43095



Berlin-Lichterfelde West · Manteuffelstraße 10a und Wertheim/Main · Ferd,-Hotz-Straße 3

Verlangen Sie die neue Liste 166 02 · Bezug durch den Fachhandel!

AUS INDUSTRIE UND WIRTSCHAFT

Institut für Biophysik

Der Name des Instituts für Röntgenforschung an der Universität Bonn ist durch Erlaß des Herrn Kultusministers von Nordrhein-Westfalen in Institut für Biophysik umgeändert worden. Direktor des Instituts ist Prof. Dr. W. L. Schmitz. Die Anschrift des Instituts lautet wie bisher: Bonn-Venusberg, Annaberger Weg 15, Tel. 21851/52.

B. Plettner und F. Hausmann stellvertretende Vorstandsmitglieder bei Siemens

In der Sitzung der Aufsichtsräte der Siemens & Halske AG und der Siemens-Schuckertwerke AG, die am 29. Oktober in München stattfand, hat der Aufsichtsrat der Siemens-Schuckertwerke AG beschlossen, die Herren der Aufsichtsrat der Siemens-Schuckerwerke Ar beschiossen, die Herten Dipl.-Ing. Bernhard Plettner und Dipl.-Ing. Franz Hausmann als stellvertretende Mitglieder in den Vorstand zu berufen. Die neuen Vor-standsmitglieder bleiben mit der Leitung der Technischen Stammabtei-lungen Grundstoffindustrie beziehungsweise Verarbeitende Industrie be-

C. G. Mayer zum Planungschef bei RCA ernannt

C. G. Mayer, der bisher für verschiedene europäische Bereiche tätig war, hat jetzt die Fertigungsplanung der Internationalen Abteilung übernommen. Zu seinen neuen Aufgaben gehört es in erster Linie, Konstruktion und Entwicklung elektronischer Apparate, die insbesondere für den internationalen Markt der RCA geeignet sind, untereinander abzustimmen. Mayer trat 1947 in die Europäische Technische Abteilung der RCA ein, die ihren Sitz in London hat, wurde Mitglied der US-Delegation auf den CCIR-Sitzungen und nahm an vielen anderen internationalen Rundfunk-Tagungen teil. 1955 gründete er die RCA Laboratories, Zürich, eine Grundlagen-Forschungsstätte. Er ist Mitglied zahlreicher internationaler wissenschaftlicher und technischer Gesellschaften und Verbände. schaftlicher und technischer Gesellschaften und Verbände.

Geschäftsstelle der Standard Elektrik Lorenz AG im Saargebiet

Im Einvernehmen mit ihrer bisherigen Vertretung, der Firma Telefon- und Signalbau GmbH, hat die Standard Elektrik Lorenz AG (Hauptverwaltung Stuttgart) im August dieses Jahres eine eigene Geschäftsstelle in Saarbrücken eröffnet. Wie in den Jahren 1935 bis 1947, will das aus einer Fusion der beiden Firmen Fernmeldewerke Mix & Genest AG und C. Lorenz AG hervorgegangene Unternehmen seine Interessen jetzt selbst wahrnehmen. Das Fertigungs- und Vertriebsprogramm umfaßt heute das ganze Gebiet der Nachrichtentechnik. In 15 Werken (darunter ein eigenes Bauelementewerk in Nürnberg, ein Kabelwerk und ein Informatikwerk) sind mehr als 22000 Mitarbeiter beschäftigt.

Philips-Dreivierteljahresbericht Januar bis September 1959

Der Zwischenbericht des Vorstandes der N. V. Philips' Gloeilampenfabrie-ken, Eindhoven, für das I. bis III. Quartal 1959 liegt vor (Aktien dieser holländischen Firma werden seit Mai 1958 auch an fünf deutschen Börsen notiert). Danach wird der Umsatz mit 2774 (vergleichbare Spanne von 1958: 2402) Millionen hfl. beziffert; die Steigerung um 15% entsprach den Erwartungen des Hauses. Der Reingewinn beläuft sich auf 210 (151) Millionen hfl. Am Ende der Berichtsperiode hatte das Unternehmen in sämtlichen in- und ausländischen Betrieben 184000 (171000) Mitarbeiter.

Neuer Fuba-Betrieb in Gittelde

Am 19. Oktober wurde das Bauteilewerk der Fuba-Werke, Hans Kolbe & Co., in Gittelde am Harz seiner Bestimmung übergeben.

Diese dritte, nach den neuesten Gesichtspunkten eingerichtete Fertigungsstätte befaßt sich über die Herstellung der üblichen geätzten Leiterplatten hinaus mit galvanisch veredelten Oberflächen für Schalter und Kontaktteile. Es sind äußerst abriebfeste und dauerhafte Beläge mit Silber, Nickel, Rhodium oder Gold herstellbar. Darüber hinaus dient das neue Werk auch der Entwicklung und Fertigung elektronischer Bauteile.

Neue Valvo-Transistorfabrik

Auf dem Gelände der Valvo-Röhrenfabrik in Hamburg-Lokstedt wurde Auf dem Gelande der Valvo-Kohrenfabrik in Hamburg-Lokstedt wurde am 6. November über einem neuen Fabrikgebäude der Richtkranz aufgezogen. Die neue Fabrik ist ein fünfgeschossiges Haus von 87 m Länge und 33 m Breite. Der Neubau wurde notwendig, weil der Bedarf an Transistoren, beispielsweise für Rundfunkempfänger, Phonogeräte, Steuerungs-, Regelungs- und Meßanlagen sowie für elektronische Rechenmaschinen, ständig steigt. Die Valvo GmbH wird nach Fertigstellung ihrer nach neuesten Erkenntnissen der Großserienfertigung von Halbleiter-Bauelementen eingerichteten Fabrik in der Lage sein anch den sich künftig elementen eingerichteten Fabrik in der Lage sein, auch den sich künftig noch steigernden Anforderungen zu entsprechen. Anfang 1960 soll die Produktion Schritt für Schritt aufgenommen werden.

Weichmagnetische Werkstoffe für Relais (DIN 17405)

Die Normung der weichmagnetischen Werkstoffe ging zunächst von der Starkstromtechnik aus. Sie sind heute in DIN 46400 "Elektrobleche; Dynamo- und Transformatorenbleche, warm gewalzt" festgelegt. Als

nächste Gruppe wurden in DIN 41301 die für die Meß- und Fernmeldetechnik interessanten Werkstoffe für Übertrager genormt. Die für Relais benötigten Werkstoffe sind zum Teil in ihrem metallurgischen Charakter den Dynamoblechen gleich. Der Norm-Entwurf DIN 17405 (Oktober 1959) enthält drei Gruppen von Werkstoffen: unlegierte Stähle, Siliziumstähle, Nickelstähle und Nickellegierungen. Damit werden die zur Zeit am meisten benötigten Werkstoffe für die Verwendung in Relais erfaßt. Hinsichtlich des elektrischen Widerstandes besteht innerhalb der hier genannten Werkstoffe ein Spielraum von 0,1...0,75 Ω mm² m $^{-1}$.

25 Jahre Bosch-MP-Kondensator

An einem durchgeschlagenen Rundfunk-Kondensator entdeckte man in einem Labor der Robert Bosch GmbH im Jahre 1934, daß der Metallbelag an der Durchschlagsstelle wesentlich weiter abgebrannt war als die isolierende Papierschicht; der Kondensator hatte also keinen Kurzschluß. Systematische Versuche in dieser Hinsicht brachten die Erkenntnis, daß bei einem Durchschlag nur sehr dünne Metallschichten so weit wegbrennen, daß die Isolation erhalten bleibt. Solche etwa 1 μ dicken Schichten sind nur durch Aufdampfen von Metall auf Papier zu erhalten. Erst als es gelang, derartig dünne Folien wirtschaftlich kilometerweise herzustellen, konnte an eine Serienfertigung dieser "selbstheilenden" Metall-Papier-Kondensatoren gedacht werden, die seit einem Vierteljahrhundert ein sich stets vergrößerndes Anwendungsfeld gefunden haben. Den geringen Kapazitätsverlust von beispielsweise 1% nach 10000 Durchschlägen kann man bei einem 500-Volt-Metall-Papier-Kondensator ohne weiteres in Kauf nehmen.

Doppeltrioden E 83 CC und E 283 CC

Von diesen beiden Siemens-Doppeltrioden mit Spanngittern und getrennten Katoden ist die E 83 CC mikrofoniearm und die E 283 CC brumm- und mikrofoniearm. In der ELRU-Information 837 (Heft 11/59, S. 429) sind durch ein Versehen die beiden Typenbezeichnungen vertauscht worden. Wir bitten um Berichtigung.

Tagungen · Vorträge · Ausstellungen

Haus der Technik

Aus dem Vortragsprogramm der Monate Januar bis März 1960 sei auf nachstehende Veranstaltungen hingewiesen:

- 7. 1. Einführung in die Berechnung von Atomkernreaktoren (Kursus)
- 11. 1. Regelungstechnik (Kursus)
- 11. 1. Physikalische Meßmethoden (Kursus)
- 12. 1. Ultraschallprüfung von Blechen, Schweißnähten und Rohren (Kursus)
- 15. 1. Komplexes Rechnen in der Elektrotechnik (Kursus)
- 22.1. Neue Erkenntnisse bei der Anwendung des Betatrons und von Gammastrahlenquellen in der Materialprüfung (Tagung)
- 25. 1. Automation der Güterzugbildung (Vortrag)
- 29. 1. Operations Research (Tagung)
- 1. 2. Die Zukunft der industriellen Isotopennutzung (Vortragsreihe)
- 2. 2. Werkstoffe und Einrichtungen für den Bau von Reaktoren (Tagung)
- 8. 2. Temperaturerhöhung der Objekte bei Elektronenbeugung und Elektronenmikroskopie (Vortrag)
- 23. 2. Neue Verfahren der Elektrizitätsgewinnung (Tagung)
- 25. 2. Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit Ultraschall (Einführungs-
- 7. 3. Wirkung von Korpuskularbestrahlung in Festkörpern (Vortrag)
- 21. 3. Überwachung und Fehlerortung der Energiekabel durch Anwendung des Impuls-Echo-Verfahrens (Vortrag)
- 22. 3. Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit Ultraschall (Kursus)
- 22. 3. Vollversammlung des "Ständigen Seminars für Kerntechnik"
- 25. 3. Kraftmeßdosen und ihre Anwendung (Vortrag)

Anmeldungen sind zu richten an Haus der Technik, Essen, Hollestr. 1, Schließfach 668, Telefon 32751/53, FS 0857669.

Geräteausstellung der DKG

In der Zeit vom 1. bis 5. März 1960 findet in der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg im Rahmen der Jahrestagung 1960 der *Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft* eine Ausstellung unter dem Motto "Tonstudio-Technik" statt. Es werden dort Geräte für Film, Rundfunk, Fernsehen, Schallplatte und Theater gezeigt.

Werkzeugmaschinen-Ausstellung in Hannover

Der Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (VDW), Frankfurt a.M., veranstaltet vom 11. bis 20. 9. 1960 auf dem Gelände der Deutschen Messeund Ausstellungs-AG in Hannover die Werkzeugmaschinen-Ausstellung Hannover mit internationaler Beteiligung. Für die Ausstellung werden die Hallen 1-9 in Anspruch genommen.





Industrieschaltgeräte nach VDE 0660/52





ARLT's seit über 30 Jahren begehrter BAUTEILE-KATALOG 1959/60 ist neu erschienen und im Versand und Stadtverkauf erhältlich

Unser Verkaufsprogramm:

Röhren, Transistoren, Werkzeuge sowie alle elektronischen Bauteile Fachliteratur

Tonbandgeräte, Plattenspieler Schallplatten, Elektrogeräte sowie elektrophysikalische Lehrgeräte Rokalbahnen usw.

Inland: Katalog 2,— DM Vorkasse 2,50 DM Nachnahme 3,— DM Ausland:

Katalog nur Vorkasse 3,— DM

ARLT RADIO ELEKTRONIK

BERLIN-NEUKÖLLN Karl-Marx Straße 27 Telefon 601104 Postscheck: Berlin-West 19737 DÜSSELDORF Friedrichstraße 61a Telefon 80001 Essen 37336

Arlt Elektronischer Bauteile-Vertrieb, Stuttgart, Rotebühlstraße 93, Telefon 62 4473 • Stuttgart 401 03

NEUE BÜCHER

Grundlagen & Praxis der Radartechnik I

Von H. E. Penrose u. R. S. H. Boulding. Stuttgart 1959, Berliner Union. 518 S. m. 408 B. u. 4 Tab. 16×23 cm. Preis für Band I und Band II zusammen in Ganzl. geb. 86,— DM.

Wenn die englische Originalfassung zwischen 1949 und 1955 fünf Auflagen erlebte, so spricht das zweifellos auch für die deutsche Übersetzung, die der besseren Handlichkeit wegen in zwei Bände aufgeteilt ist, von denen der erste, nun vorliegende Band auf die Prinzipien und Bauelemente eingeht, während der zweite Band den Anlagen und der Wellenleitertheorie gewidmet ist. Der erste Band enthält Kapitel über Grundlagen zur Messung von Entfernung und Richtung, Anwendungen der Katodenstrahlröhre beim Radar, Impulssysteme, Katodenverstärker, Erzeugung von Rechteckimpulsen, Sender und Empfänger, Sicht- und Anzeigegeräte sowie über Radarantennensysteme. Von allgemeinen Kenntnissen der HF-Technik ausgehend, kann der Leser mit Hilfe dieses Buches verhältnismäßig leicht in die Technik des Radargerätes eindringen, weil die Darstellung auf schwer verständliche Einzelheiten verzichtet und ihn fast mühelos in das neue Gebiet einführt.

Toningenieur

Aus der Reihe "Blätter zur Berufskunde", Band 3, Berufe für Abiturienten. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung Nürnberg. Bielefeld 1959, W. Bertelsmann Verlag. 12 S. DIN A 5. Preis geh. 0,75 DM.

Diese "Blätter zur Berufskunde" erscheinen in zwangloser Folge und sollen die jungen Menschen bei der Wahl ihres Berufes beraten, denn viele von ihnen haben nur unvollkommene oder gar falsche Vorstellungen von dem Beruf, den sie einmal ergreifen möchten.

Das vorliegende Heft berichtet über Aufgaben und Tätigkeitsmerkmale des Toningenieurs sowie über die Entwicklung dieses Berufes und gibt über die Berufsverzweigungen und -einmündungen Auskunft. Ausbildungsgänge und Studienpläne werden angegeben, und ein besonderer Abschnitt behandelt die wirtschaftlich-sozialen Verhältnisse, Aufstiegs- und Verdienstmöglichkeiten.

Die Blätter zur Berufskunde gehören ebenso in die Hand der Schulentlassenen wie auch der Lehrer, Erzieher, Eltern und Berufsberater. Rh

Taschenbuch der Mathematik

Von I. N. Bronstein u. K. A. Semendjajew. Leipzig 1958, B. G. Teubner Verlagsgesellschaft. XII, 548 S. m. 427 B. u. zahlr. Tab. $13,5\times18$ cm. Preis in Plastikfolie geb. 22,50 DM.

Dieses aus dem Russischen übersetzte Taschenbuch, dessen mathematische Funktionenbezeichnungen nicht in allen Punkten DIN 1302 entsprechen, vermittelt trotz seiner knappen Sprache diejenigen Formeln der Mathematik, die von Ingenieuren und Studenten der Technischen Hochschulen sowohl beim Studium als auch beim Aufgabenrechnen benötigt werden. Zunächst enthält das Buch in Tabellenform Quadrate, Wurzeln, Fakultäten, Potenzen, Logarithmen, Kreis-, Hyperbel- und Exponentialfunktionen sowie Besselsche Funktionen; weitere Abschnitte behandeln u.a. Näherungsmethoden, Algebra, Geometrie und Trigonometrie, Analytische Geometrie und Differentialgeometrie, Analysis, Differential- und Integralrechnung sowie Differentialgeichungen, Komplexe Zahlen, Vektorrechnung, Variations- und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Ein den einzelnen Abschnitten zugeordnetes Schrifttumsverzeichnis und ein 15seitiges Sachregister runden dieses handliche Nachschlagewerk ab. -hl

Stromrichterantriebe

Berlin 1958, Verlag AEG. 108 S. m. 175 B. u. 12 Tab. DIN A 4. Preis in Ganzl. geb. 18,— DM.

Obwohl der Quecksilberdampf-Stromrichter in der Starkstromtechnik im Laufe der letzten Jahre in steigendem Maße durch Silizium- oder Selen-Stromrichter verdrängt wurde, so wird ihm doch für längere Zeit das Gebiet der elektrischen Antriebe, besonders der Umkehr- und Regelantriebe, vorbehalten bleiben.

behatten bleiben.

Dieses tadellos ausgestattete Buch enthält eine Reihe von Aufsätzen namhafter Autoren nach Veröffentlichungen in den AEG-Mitteilungen, die zusammen einen umfassenden Überblick über den heutigen Stand der Antriebstechnik mit Quecksilberdampf-Stromrichtern geben. Es wird über Beanspruchung und Bemessung der Stromrichtergefäße selbst, über Gittersteuereinrichtungen, Stromrichtertransformatoren und Drosselspulen sowie über Schutz- und Überwachungsanlagen berichtet. Weitere Ausführungen befassen sich mit Blindleistungsproblemen, mit den Möglichkeiten zur Leistungsfaktorverbesserung sowie mit Fragen, die mit stromrichtergespeisten Regelantrieben zusammenhängen.

Alle besprochenen Bücher können bei der HELIOS Buchhandlung und Antiquariat GmbH, Berlin-Borsigwalde, bestellt werden

Stellenanzeigen

Chiffreanzeigen Adressierung wie folgt: Chiffre... ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU, Bln.-Borsigw., Eichborndamm 141–167

Sie finden für Ihre persönliche Entfaltung und Ihren beruflichen Aufstieg als

Entwicklungsingenieur

ein ungewöhnlich reiches Feld in unserem Münchner Werk: Elektronische Meßgeräte, Anlagen der Nachrichtentechnik mit Anwendungen für Rundfunk und Fernsehen, Richtfunk, Weitverkehr und Flugsicherung, automatische Peilanlagen nach modernsten Verfahren, Steuer- und Regeltechnik für wissenschaftliche und industrielle Anwendungen, Erarbeitung von physikalischen und technologischen Grundlagen v.a.m. • Bitte scheuen Sie nicht vor dem hohen technischen Niveau dieser Aufgaben zurück! Wir widmen uns insbesondere bei jüngeren Herren - mit großer Sorgfalt der Einarbeitung und Weiterbildung. Schreiben Sie bitte an unsere Personalabteilung, München 9, Tassiloplatz 7. Sie werden sofort über alles, was Sie noch interessiert (Wohnungsfragen usw.) genau informiert.



ROHDE & SCHWARZ

Für interessante Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Meßtechnik und Anwendung von Elektronenröhren suchen wir für unser Vakuumröhrenwerk Eßlingen

DIPLOM-INGENIEURE und HTL-INGENIEURE

mit Erfahrungen in der Hochfrequenztechnik, elektrischen Meßtechnik oder Impulstechnik in ausbaufähige Dauerstellungen.

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, neuestem Lichtbild und Gehaltsforderungen bitten wir zu richten an



STANDARD ELEKTRIK LORENZ

Aktiengesellschaft Lorenz Werk Eßlingen Fritz-Müller-Straße 26/27

LABORLEITER

Sendertechnik

Wir suchen einen Dipl.-Ing. (Alter bis 40 Jahre), der sich durch Industrie- oder Hochschultätigkeit umfassende Kenntnisse erwerben konnte, insbesondere in Hochfrequenz- und Videotechnik.

Wir dürfen annehmen, daß ein Mitarbeiter, wie wir ihn suchen, unser Haus, unsere Geräte und unseren Stil kennt. Die Position erfordert neben der fachlichen Eignung persönliche Stabilität und eine menschliche Reife, die zu Führungsaufgaben qualifiziert. Über alles, was Sie noch interessiert, gibt Ihnen unsere Personalabteilung, München 9, Tassiloplatz 7, sofort Auskunft.



ROHDE & SCHWARZ

TECHNISCHER

Assistent

zur Unterstützung des techn. Leiters von bekanntem Unternehmen der elektrotechnischen Industrie gesucht.

Wir erwarten in erster Linie gutes Durchsetzungsvermögen, ausgeprägte Initiative sowie Erfahrung auf dem Gebiet der Rundfunkgerätefertigung (einschl. Refa-Wesen) zur klaren Steuerung einer Serienfertigung mit verantwortlicher Leitung für Materialvorgabe, Arbeitsverteilung sowie Terminplanung und -überwachung.

Die Fähigkeit, einen größeren Mitarbeiterstab konsequent und zielstrebig einzusetzen, muß gegeben sein, da auch Zweigbetriebe der absoluten Führung und Leitung des Hauptwerkes angegliedert sind.

Wir bieten ausbaufähige Dauerstellung, gute Dotierung, Altersversorgung. — Wohnung in landschaftl. schöner Lage im südwestd. Raum wird auf Wunsch besorgt.

Wir erbitten Ihre Bewerbungsunterlagen mit tabellarischem Lebenslauf, Lichtbild und Handschreiben mit Einkommenswünschen unter E. S. 1018

BBC

entwickelt und projektiert Geräte und Anlagen der

ELEKTRISCHEN REGELUNGSTECHNIK KONTAKTLOSEN STEUERUNGSTECHNIK FERNWIRKTECHNIK

und sucht für diese interessanten Aufgaben junge

Diplom-Ingenieure

oder

Diplom-Physiker

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen erbeten an:

Brown, Boveri & Cie.

Aktiengesellschaft - Personalbüro - Mannheim 1

Übernahme einer Vertretung

Vertretung mit Sitz im Raume Frankfurt/Main, seit10 Jahren bei Industrie, Behörden und Instituten bestens eingeführt, wünscht

von namhaften Unternehmen auf dem Gebiet der elektronischen und elektrischen Meß- und Regeltechnik sowie verwandter Gebiete. Referenzen stehen auf Wunsch gerne zur Verfügung.

Zuschriften erbeten an den Verlag unter E.T. 1019

DAS HAHN-MEITNER-INSTITUT FÜR KERNFORSCHUNG BERLIN

sucht für Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der Strahlungsmeßtechnik einen erfahrenen

Ingenieur

(HTL)

mit sehr guten Kenntnissen der Hochfrequenzund Impulstechnik

Bewerbungen mit Angaben über Ausbildungsgang und bisherigen Tätigkeiten von Herren bis zu 35 Jahren bitten wir zu richten an die

Verwaltung des Hahn-Meitner-Instituts für Kernforschung, Berlin-Wannsee, Glienicker Str.

Freie Kapazität

Feinmech. Fabrik übernimmt Aufträge. Stanzen, Bohren, Hobeln. Kleinteile in Hp., Alu usw. Groß- u. Kleinserien, Sonderanfertigungen. Eigener Werkzeugbau. Anfragen erbeten unter E. R. 1017

- Was sind Spezialröhren?
- Wozu werden Spezialröhren gebraucht?
- Wie arbeiten Spezialröhren?
- Wie werden Schaltungen mit Spezialröhren berechnet?
- Was erkennt man aus den technischen Daten der Spezialröhren?

ANTWORT

auf diese und andere Fragen gibt das Buch von Dipl.-Ing. F. CUBASCH

Neuerscheinung

SPEZIALROHREN

Eigenschaften und Anwendungen

das ein umfassendes Orientierungswerk über Spezialröhren ist.

Aus dem Inhalt:

HOCHVAKUUMRÖHREN:

Röhren für Verstärker und Meßzwecke - Sendeund Leistungsverstärkerröhren - Katodenstrahlröhren

GASGEFÜLLTE RÖHREN:

Gasgefüllte Gleichrichterröhren · Thyratronröhren · Ignitronröhren · Stabilisatorröhren Geiger-Müller-Zählrohre · Relaisröhren

PHOTOZELLEN:

Symbole · Grundgesetze der Optik und der Photoemission · Katode · Hochvakuumzellen - gasgefüllte Zellen · Photoelektronisches Verhalten der Katode in Abhängigkeit von der Farbtemperatur, der Zeit und anderen Komponenten · Photovervielfacher

SPEZIALRÖHREN - VERGLEICHSLISTE

439 Seiten · 319 Bilder · 13 Tabellen · Ganzleinen 32,- DM

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen im Inland und im Ausland oder durch den Verlag

Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

Berlin-Borsigwalde

ELRU-Informationen

Wünschen Sie ausführliche Informationen über die in diesem Heft besprochenen Geräte und Anlagen oder über die im Anzeigenteil angekündigten Erzeugnisse?

Dann geben Sie uns bitte auf anhängender Karte durch Ankreuzen der jeweiligen Kennzahlen Ihre Wünsche bekannt. Wir geben Ihre Wünsche gern kostenlos und ohne Verbindlichkeiten für Sie an die Hersteller weiter.

ELRU - Informationen



Neue Erzeugnisse · Industrie-Druckschriften

AEG

Zündtransformatoren

Tür Ölbrenner wurden neue Einbau-Zündtransformatoren für effektive Spannungen von 7000 und 10000 V entwickelt, die sich durch besonders kleine Abmessungen, geringes Gewicht und robuste Schalenkapselung auszeichnen. Die Hochspannungskabel können direkt an die Elektroden angeschlossen werden, wodurch sich Isolatoren und Steckvorrichtungen einsparen lassen.

ELRU-Information 871

Blaupunkt Internationaler Farbcode

Die internationalen Farbeodetabellen für die elektrischen
Werte von Widerständen und
Kondensatoren sowie für die
Temperaturkonstante von Keramik-Kondensatoren hat die
Firma auf zweiseitig bedrucktem
Karton im Postkartenformat herausgebracht. Die Tabellen sind in
Sechsfarbendruck ausgeführt und
mit einer Schutzlackierung versehen.

ELRU-Information 872

Elektro Spezial Preisliste EMA 8, Dez. 59

Eine sechsseitige Liste enthält die zum Teil herabgesetzten Preise folgender Philips-Geräte: Elektronenstrahl-Oszillografen mit Zubehör, Meßgeneratoren, Röhrenvoltmeter, Verstärker, Mikrowellenmeßgeräte, Spannungsstabilisatoren sowie weiterer Spezialgeräte.

ELRU-Information 873

General Radio Schall-Meßgeräte

Die vorliegende Druckschrift beschreibt ein vollständiges System von Schall- und Erschütterungsmeßgeräten (Pegelmesser, Schwingungsmesser, Erschütterungsmesser, Analysatoren und Zubehör verschiedenster Art der General Radio (Deutsche Vertretung: Dr.-Ing. Nüsslein).

ELRU-Information 874

General Radio Experimenter, Nr. 8-9/59

Das vorliegende Doppelheft unterrichtet ausführlich über Aufbau, Funktion und Anwendung des Tieffrequenz-Oszillators "1305-A", eines neuen Gerätes zur Messung von Verstärkung und Phasendrehung im Frequenzbereich 0,01...1000 Hz. Eine neuartige Schaltung liefert eine dreiphasige Ausgangsspannung und enthält einen stufenlos einstellbaren, geeichten frequenzunabhängigen Phasendreher, der die Messung von Phasenwinkeln von 0...360° und darüber hinaus

gestattet. Die deutsche Vertretung (Dr.-Ing. Nüsslein) legte wiederum eine deutsche Übersetzung bei.

ELRU-Information 875

General Transistor Corp. pnp-Phototransistoren

pnp-Photofransistoren

Die von dieser Firma (Deutsche Vertretung: Neumüller & Co.)
neu hergestellten Photofransistoren 2N469 A, 2N1392, 2N1393
und 2N1394 sind bis zu Temperaturen von 65° C...85° C mit 50 mW Verlustleistung belastbar. Ihre Empfindlichkeit ist bei intermittierendem Licht (400 Hz) 3...6,9 bzw. 7...14,9 bzw. ≥ 15 bzw. 7 μA je foot candle. Die lichtempfindliche Fläche ist 1,1 · 10-3 in². Über weitere technische Angaben unterrichtet die Druckschrift G-190, die außerdem Kennlinien und Schaltungsbeispiele enthält.

ELRU-Information 876

ELRU-Information 876

Fuba Spiegel, 31. 10. 1959

Die vorliegende Nummer dieser Hauszeitschrift enthält als wich-tigsten Beitrag auszugsweise die neuen Bestimmungen für An-tennenanlagen (Teil 1, Errich-tungsvorschriften) nach VDE

ELRU-Information 877

Heraeus

Vakuum-Meßgeräte

Ein 12seitiger Prospekt stellt u.a. das Thermistor-Vakuummeter "VM-T" und auch das Kaltkatoden-Ionisations-Vakuummeter "VM-P" mit technischen Daten und Abbildungen vor.

ELRU-Information 878

IBM-Nachrichten, Heft 142

Über das IBM-Lochkartenverfahren in einer Volksbank berichtet der Hauptbeitrag. Andere Aufsätze sind der besseren Kontrolle durch maschinelle Abrechnung, der Anwendung der "IBM 650" in der Flugzeugstatistik und dem neuen IBM-Datenerfassungssystem gewid-

ELRU-Information 879

Moser-Glaser & Co. Transduktoren

Eine prinzipielle Beschreibung der Transduktorwirkungsweise sowie Grundschaltungen spannungs-steuernder magnetischer Ver-stärker enthält Liste Nr. 305 D.

ELRU-Information 880

Präzisionsinstrumente

Ein neuer Sammelprospekt zeigt neben anderen Meßgeräten Fre-

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

Enthält in den Dezemberheften v.a. folgende Beiträge:

1. Dezemberheft 1959 (23)

Elektronik in der Medizin

Antennenfragen beim Empfang mehrerer Sender "S. Q."-Verstärker · Moderne Technik im neuen Gewand

Raumakustische Modellversuche

Aufnahme-Kontrollgerät "AK 2" Tonband-Box "Niki SKL"

Eine Betrachtung über SSB (Single-Sideband) Modulator und Netzteil »Newcomer V«

Technik der Funk-Fernsteuerung (1)

2. Dezemberheft 1959 (24)

Nachrichtenzentrale Weltraum

Antennenfragen beim Empfang mehrerer Sender

Decca-Flußradar-Anlage "215"

Stereophonische Lautsprecheranlage für High-Fidelity-Wiedergabe

Moderne Röhrenprüfung

Kollektorstrom-Stabilisierung

Moderner 150-Watt-Sender »KWS 150«

»Stellavox SM 4« · Ein Reportage-Magnettongerät

Technik der Funk-Fernsteuerung (2)

FT-Kurznachrichten · Von Sendern und Frequenzen Aus dem Ausland · Persönliches · FT-Zeitschriftendienst

Beilagen: Transistor-Schaltungstechnik · Einführung in die Matrizenrechnung

VERTAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · Berlin-Borsigwalde

KTRONIS **LRU-Informationer**

BERLIN-BORSIGWALD

0 I m C Z U S C I

m

m

quenzanalysatoren, Phasenmes-ser, Meßbrücken, Potentiometer, Festwiderstände und Kondensa-toren sowie Verstärker und Re-lais für Meßzwecke mit Bild und Kurztext.

ELRU-Information 881

Novotechnik **Feindrahtpotentiometer**

Die Präzisions-Feindrahtpoten-tiometer der Typenreihe "Ab" bis "Ag" (kleine Modelle) und der Typenreihe "Ak" (großes Modell) werden mit Bild, Maßskizze und technischen Daten in einem sechsseitigen Faltprospekt vor-gestellt gestellt.

ELRU-Information 882

Philips "SQ"-Verstärker

Über die neuen "S Q"-Verstärker erschien jetzt in ansprechender, farbiger Aufmachung ein 16seitiger Katalog, der in übersichtlicher Form die wichtigsten technischen Daten, Eigenschaften und Besonderheiten der Philips-"S Q"-Serie (20 W, 35 W, 70 W) enthält. Die letzten Seiten sind dem umfangreichen Ela-Programm gewidmet gramm gewidmet.

ELRU-Information 883

Preussler Schnelle Magnetverstärker

Diese neuentwickelten magne-tischen Verstärker haben auch bei sehr kurzen Ansprechzeiten

noch hohe Verstärkungs- und Gütegrade, die ein Mehrfaches der bisher bekannten Werte betragen. Ihre Schaltung entspricht derjenigen der üblichen Verstärker; Anzahl und Auslegung der Steuerwicklungen richten sich je nach Verwendungszweck. Auch bei 0,02 s Ansprechzeit sind noch sehr hohe Gütegrade erreichbar. reichbar.

ELRU-Information 884

Remington Rand Mitteilungen der Remington Rand, Nr. 179

In dieser Nummer der Hauszeit-In dieser Nummer der Hauszeitschrift werden ausführlich Planung und Organisation des elektronischen Rechenzentrums in einem Mittelbetrieb beschrieben. Weitere Ausführungen behandeln das menschliche Problem bei der Einführung der Daten-Automation sowie die Lohnabrechnung in einem Mittelbetrieb.

ELRU-Information 885

Siemens Meßtechnik

Die Druckschrift SH 7244 Cal 18 ist der automatischen Meßwertverarbeitung gewidmet. In Kurzbeiträgen wird über Grundbegriffe und Aufbau, Überwachung mit Meßwertdruckern und Aufnahme von Verbrauchswerten berichtet.

ELRU-Information 886

Feuchtigkeitsmeßgerät

Das neue Feuchtigkeitsmeßgerät "equi-Hygro-Scope" mißt zuver-lässig und mit hoher Präzision in weniger als 60 s Gleichgewichts-feuchtigkeit von Stoffen und relative Luftfeuchtigkeit bei ein-fachster Bedienung. Ein Infor-mationsblatt enthält technische

ELRU-Information 887

Standard Elektrik Lorenz AG Schutzkanalgerät "SKG 1"

Die CCI-Richtlinie Nr. 196 empfiehlt für Breitband-Richtfunksysteme (z. B. "FM 600/TV 4000") die Parallelführung eines Reserve-HF-Kanals, der bei Ausfall einer Funklinie automatisch den Betrieb übernimmt. Das Schutzkanalgerät "SKG 1" ist die für die Lösung dieser Aufgabe bestimmte automatische Umschaltvorrichtung, über deren Aufbau vorrichtung, über deren Aufbau, Arbeitsweise und technische Daten das Informationsblatt 052-16-1 Kenntnis gibt.

ELRU-Information 888

Automatisches Umschaltgerät "AUG 1"

Dieses Gerät soll bei Ausfall einer Dieses Gerät soll bei Austalleiner Richtfunkstrecke sofort auf ein Reservegerät umschalten. Es wird als Zusatzgerät für Richt-funkgeräte (z.B. Richtfunk-systeme "FM 120/2000" oder "PPM 24/2000") verwendet. Die

Richtfunkstellen können je nach Richtfunkstellen können je nach Bestückung mit Reservefunk-geräten und Umschaltgeräten in 50%- oder 100%-Reservebetrieb arbeiten. Über Aufbau, Wir-kungsweise und technische Daten berichtet das Blatt 052-18-1.

ELRU-Information 889

Sylvania Sylvania News, Nr. 8/59

Die technische Beilage dieser Hauszeitschrift beschreibt eine Dreikanal-Stereo-Anlage.

ELRU-Information 890

Telefunken Telefunken Sprecher, Nr.2/59

Über die neuen Transistor-Empfänger und Fernsehgeräte der Saison 1959/60 sowie über Wesen und Funktion verschiede-ner Automatiken bei Fernseh-empfängern wird berichtet.

ELRU-Information 891

Telonic Industries Dämpfungsglied "TA-50"

Dieses im Frequenzbereich von 0...900 MHz und darüber verwendbare Dämpfungsglied ist auf 0, 10, 20, 30, 40 und 50 dB umschaltbar. Das Stehwellenverhältnis ist für Frequenzen bis 300 MHz 1,1 und bei 900 MHz 1,25. Die Einfügungsdämpfung ist bis 300 MHz vernachlässigbar klein, bei 500 MHz 0,1 dB und bei 900 MHz 0,2 dB.

ELRU-Information 892



